

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/023150

International filing date: 16 December 2005 (16.12.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-369715
Filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 February 2006 (02.02.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年12月21日

出願番号 Application Number: 特願2004-369715

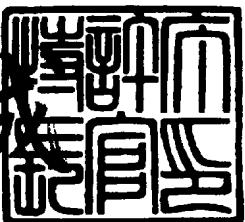
パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人 Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2006年 1月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 鳴 誓



【書類名】 特許願
【整理番号】 2040260139
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04N
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 青木 勝司
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 吉田 篤
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 荒木 昭一
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100109210
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 新居 広守
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049515
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0213583

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

撮影領域を調整する装置であって、
複数のカメラ端末を備え、
前記複数のカメラ端末は、それぞれ、
一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、
前記カメラを制御することにより、前記仮想撮影領域の位置を調整する調整手段と、
前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、
前記調整手段は、当該調整手段を備える自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整する
ことを特徴とする撮影領域調整装置。

【請求項 2】

前記カメラは、一定周期で、前記仮想撮影領域内で撮影領域の位置を変化させることを繰り返す

ことを特徴とする請求項 1 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 3】

前記調整手段は、自カメラ端末の仮想撮影領域と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域とが重複する領域の量である重複領域量が 0 以上の一定量である目標量となるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整する
ことを特徴とする請求項 2 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 4】

前記調整手段は、

自カメラ端末の仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域を前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域の中から選択するステップと、選択された仮想撮影領域と自カメラ端末の仮想撮影領域との重複領域量と前記目標量との差である重複領域差分量を算出するステップと、前記重複領域差分量を 0 に近づける自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を算出するステップとを繰り返し、
自カメラ端末の仮想撮影領域の位置が前記繰り返しステップで得られた位置となるよう前記位置を調整する

ことを特徴とする請求項 3 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 5】

前記重複領域差分量は、前記重複領域量と前記目標量とが等しい時に最小値となる量である

ことを特徴とする請求項 4 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 6】

前記カメラは、一定範囲内で前記仮想撮影領域の位置が可変であり、

前記重複領域差分量は、自カメラ端末の仮想撮影領域が前記一定範囲内にある場合において、前記重複領域量と前記目標量とが等しい時に最小値となる量である

ことを特徴とする請求項 5 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 7】

前記カメラは、前記周期を変更する手段を備え、

前記調整手段は、自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が前記撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域の周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を調整する

ことを特徴とする請求項 2 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 8】

前記調整手段は、自カメラ端末の仮想撮影領域と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域とが重複する領域の量である重複領域量が0以上の一定量である目標量となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域の周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の周期を調整する

ことを特徴とする請求項7記載の撮影領域調整装置。

【請求項 9】

前記調整手段は、

自カメラ端末の仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域を前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域の中から選択するステップと、選択された仮想撮影領域と自カメラ端末の仮想撮影領域との重複領域量と前記目標量との差である重複領域差分量を算出するステップと、選択された仮想撮影領域の周期と自カメラ端末の仮想撮影領域の周期との差である周期差分量を算出するステップと、前記重複領域差分量および前記周期差分量を0に近づける自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を算出するステップとを繰り返し、

自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期が前記繰り返しステップで得られた位置および周期となるように前記位置および前記周期を調整する

ことを特徴とする請求項8記載の撮影領域調整装置。

【請求項 10】

前記カメラは、前記周期を変更する手段を備え、

前記調整手段は、自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域に基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期が小さくなるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を調整する

ことを特徴とする請求項2記載の撮影領域調整装置。

【請求項 11】

前記調整手段は、自カメラ端末の仮想撮影領域と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域とが重複する領域の量である重複領域量が0以上の一定量である目標量となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期が小さくなるように自カメラ端末の仮想撮影領域の周期を調整する

ことを特徴とする請求項10記載の撮影領域調整装置。

【請求項 12】

前記調整手段は、

自カメラ端末の仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域を前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域の中から選択するステップと、選択された仮想撮影領域と自カメラ端末の仮想撮影領域との重複領域量と前記目標量との差である重複領域差分量を算出するステップと、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期と0の差である周期差分量を算出するステップと、前記重複領域差分量および前記周期差分量を0に近づける自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を算出するステップとを繰り返し、

自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期が前記繰り返しステップで得られた位置および周期となるように前記位置および前記周期を調整する

ことを特徴とする請求項11記載の撮影領域調整装置。

【請求項 13】

前記周期差分量は、選択された前記仮想撮影領域の周期と自カメラ端末の仮想撮影領域の周期とが等しい時に最小値となる量である

ことを特徴とする請求項9または請求項12記載の撮影領域調整装置。

【請求項 14】

前記カメラは、一定範囲内で前記周期が可変であり、

前記周期差分量は、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期が前記一定範囲内にある場合に

おいて、選択された前記仮想撮影領域の周期と自カメラ端末の仮想撮影領域の周期とが等しい時に最小値となる量である

ことを特徴とする請求項 1 3 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 1 5】

前記調整手段は、撮影対象領域をそれぞれ前記複数のカメラ端末が担当する領域に分割し、分割した領域をそれぞれ、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域で覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および画角を調整する

ことを特徴とする請求項 2 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 1 6】

前記調整手段は、撮影対象領域を自カメラ端末が担当する領域に分割するステップと、同分割した領域を自カメラ端末の仮想撮影領域で覆うステップとを繰り返す

ことを特徴とする請求項 1 5 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 1 7】

前記調整手段は、自カメラ端末のカメラが検出対象を検知した場合、または、前記周期に関する指示を受けた場合には、前記調整に優先して、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期を、検知された前記検出対象に基づく前記周期または指示された前記周期に調整する

ことを特徴とする請求項 2 または請求項 7 または請求項 1 0 または請求項 1 5 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 1 8】

前記仮想撮影領域は、平面または立体の領域である

ことを特徴とする請求項 2 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 1 9】

前記撮影領域調整装置はさらに、撮影対象領域の指示を取得する操作端末を備え、

前記調整手段は、前記操作端末が取得した撮影対象領域を前記所定の撮影対象領域として、前記位置を調整する

ことを特徴とする請求項 2 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 2 0】

前記撮影領域調整装置はさらに、前記複数のカメラ端末のカメラが撮像した画像を取得し、空間的に連続した画像として合成する合成手段と、

合成された画像を表示する表示手段とを備える

ことを特徴とする請求項 2 記載の撮影領域調整装置。

【請求項 2 1】

センサによる物理量の検出が可能な領域である検出領域を調整する装置であって、複数のセンサ端末を備え、

前記複数のセンサ端末は、それぞれ、

一定時間内に一定領域内で検出領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な検出領域である仮想検出領域を検出するセンサと、

前記センサを制御することにより、前記仮想検出領域の位置を調整する調整手段と、

前記仮想検出領域を示す仮想検出領域情報を送受信する通信手段とを備え、

前記調整手段は、当該調整手段を備える自センサ端末の仮想検出領域と前記通信手段によって受信される仮想検出領域情報が示す他センサ端末の仮想検出領域とに基づき、前記複数のセンサ端末の仮想検出領域を和した領域が所定の検出対象領域をくまなく覆うように、自センサ端末の仮想検出領域の位置を調整する

ことを特徴とする検出領域調整装置。

【請求項 2 2】

前記センサは、一定周期で、前記仮想検出領域内で検出領域の位置を変化させることを繰り返す

ことを特徴とする請求項 2 1 記載の検出領域調整装置。

【請求項 2 3】

前記センサは、前記周期を変更する手段を備え、

前記調整手段は、自センサ端末の仮想検出領域と他センサ端末の仮想検出領域に基づき、前記複数のセンサ端末の仮想検出領域を和した領域が所定の検出対象領域をくまなく覆うように、前記各センサ端末の仮想検出領域の位置を調整し、かつ、自センサ端末の仮想検出領域の周期と当該仮想検出領域に隣接する前記仮想検出領域の周期とがほぼ同一となるように、自センサ端末の仮想検出領域の位置および周期を調整することを特徴とする請求項22記載の検出領域調整装置。

【請求項24】

前記センサは、前記周期を変更する手段を備え、

前記調整手段は、自センサ端末の仮想検出領域と他センサ端末の仮想検出領域に基づき、前記複数のセンサ端末の仮想検出領域を和した領域が所定の検出対象領域をくまなく覆うように、前記各センサ端末の仮想検出領域の位置を調整し、かつ、自センサ端末の仮想検出領域の周期が小さくなるように、自センサ端末の仮想検出領域の位置および周期を調整することを特徴とする請求項22記載の検出領域調整装置。

【請求項25】

前記調整手段は、検出対象領域をそれぞれ前記複数のセンサ端末が担当する領域に分割し、分割した領域をそれぞれ、前記複数のセンサ端末の仮想検出領域で覆うように、自センサ端末の仮想検出領域の位置を調整することを特徴とする請求項22記載の検出領域調整装置。

【請求項26】

複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整方法であって、

前記複数のカメラ端末は、それぞれ、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、

前記撮影領域調整方法は、自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域に基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整するステップを含む

ことを特徴とする撮影領域調整方法。

【請求項27】

複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末であって、

一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、

前記カメラを制御することにより、前記仮想撮影領域の位置を調整する調整手段と、

前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、

前記調整手段は、当該調整手段を備える自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域に基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整することを特徴とするカメラ端末。

【請求項28】

複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する1台のカメラ端末による撮影領域調整方法であって、

前記複数のカメラ端末は、それぞれ、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、

前記撮影領域調整方法は、自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域に基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ

端末の仮想撮影領域の位置を調整するステップを含む
ことを特徴とする撮影領域調整方法。

【請求項 29】

複数のカメラ端末を用いて撮影領域を調整する撮影領域調整装置を構成する 1 台のカメラ端末のためのプログラムであって、

請求項 28 記載の撮影領域調整方法に含まれるステップをコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】撮影領域調整装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のカメラを用いて実空間の画像情報を取得するシステムにおいて、特にカメラの撮影領域を調整する自動調整装置および方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、主に監視用途に利用される複数のカメラを用いた装置に対する研究開発が盛んに行われている。同装置はその利用目的のために、監視を行う対象領域である撮影対象領域に対し、撮影対象領域内を死角なく常時監視し、同領域内の検出対象を検出するという第1の要求と、撮影対象領域内に存在する検出対象の詳細な情報を取得するという第2の要求の2つの要求を達成する必要がある。

【0003】

従来の複数のカメラを用いた装置では、各カメラの撮影領域を自動調整することにより、この2つの要求を達成させている。そのような代表的な従来の複数のカメラを用いた装置としては、特許文献1および特許文献2に示すものがある。

【0004】

まず、特許文献1に示す従来の装置について説明する。図45は上記特許文献1に記載されたカメラの撮影領域を自動調整する装置を示すものである。図45において、検出カメラ装置10010では、カメラ10011および反射鏡10012により、広い撮影領域にわたって検出対象を撮影し、移動物体抽出部10013が撮影した同画像より検出対象を抽出し、位置情報抽出部10014が同検出対象の位置情報を抽出するため、検出カメラ装置10010は、広い撮影領域にわたって検出対象の位置情報を取得する。判定カメラ装置10020では、カメラ制御部10022が検出対象の位置情報をもとにカメラ10021の旋回角および俯角およびズーム比率を制御し、判定カメラ装置10020は検出対象の拡大画像を撮影するため、判定カメラ装置10020は、検出対象の詳細な情報を取得する。

【0005】

図46は検出カメラ装置10010および判定カメラ装置10020の撮影領域を示す図である。同図において、黒丸は検出カメラ装置10110の設置位置を示し、同検出カメラ装置10110は固定されたカメラである。円または六角形は各検出カメラ装置10110の撮影領域を示す。同図に示すように、各検出カメラ装置10110を人為的に規則正しく設置すれば、監視する対象領域である撮影対象領域内を死角なく常時検出することが可能になる。

【0006】

つぎに、特許文献2に示す従来の装置について説明する。図47は上記特許文献2に記載されたカメラの撮影領域を自動調整する装置を示すものである。図47において、広い撮影領域にわたって検出対象を撮影する目的を負う移動物体検出用カメラ10211は、姿勢制御手段10212により自身の撮影領域を変更し、検出対象の拡大画像を撮影する目的を負う監視用カメラ10221は、姿勢制御手段10222により自身の撮影領域を変更する。各カメラの撮影領域は画像処理装置10240において、移動物体検出用カメラ10211が撮影した画像から抽出した検出対象の位置および各カメラの撮影領域から、カメラ画角記憶手段10231およびカメラ画角記憶手段10232に予め記憶させた情報をもとに決定する。

【0007】

更に、各カメラの撮影領域決定方法を説明する。図48および図49および図50は各カメラの撮影領域決定方法の説明に用いる図であり、数個のブロック画像に分割した移動物体検出用カメラ10211が撮影した画像である。まず、移動物体検出用カメラ10211の撮影領域は以下のように決定される。図48の斜線で示すブロックに検出対象が存

在する場合には、それぞれのブロック位置が図48に示すブロック位置と対応している図49の各ブロックに記載した矢印の方向が示す方向に移動物体検出用カメラ10211の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した移動物体検出用カメラ10211の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段10231に予め設定されている。次に、監視用カメラ10221の撮影領域は以下のように決定される。図50に示すブロック位置に検出対象が存在する場合には、破線で示した撮影領域になるよう監視用カメラ10221の姿勢を変化させ、同カメラの撮影領域を変更する。各ブロック位置に対応した監視用カメラ10221の撮影領域は予め人間が決定しており、同情報はカメラ画角記憶手段10232に予め設定されている。

【0008】

上記従来の複数のカメラを用いた装置の撮影領域自動調整の特徴についてここにまとめた。まず、特許文献1に示す従来の装置では検出カメラ装置10010が、特許文献2に示す従来の装置では移動物体検出用カメラ10211が、広い撮影領域にわたって検出対象を検出する役割を負い、特許文献1に示す従来の装置では判定カメラ装置10020が、特許文献2に示す従来の装置では監視用カメラ10221が、検出対象の拡大画像のような、検出対象の詳細な情報を取得する役割を負う、というように、各カメラはそれぞれの固定した予め決められた役割を分担し、一方の役割を負うカメラが上記第1の要求を達成し、もう一方の役割を負うカメラが上記第2の要求を達成している（従来技術の第1の特徴）。

【0009】

また、特許文献2に示す従来の装置では、例えば、移動物体検出用カメラ10211の撮影領域は、図48の左上ブロックに検出対象があるという状況変化に対し、図49の左上ブロックに示すような左上方向に移動した検出領域に変更するというように、予め人間が想定し作成した状況変化内容と1対1に対応した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報をもとに各カメラの撮影領域を決定し調整する（従来技術の第2の特徴）。

【0010】

また、特許文献1に示す従来の装置は、図46に示すように、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより、上記第1の要求を達成している（従来技術の第3の特徴）。

【0011】

以上、複数のカメラを用いた従来の装置の撮影領域の自動調整について説明したが、ここで、1のカメラを用いた従来の装置の撮影領域の自動調整についても説明する。1のカメラを用い、同カメラの撮影領域を自動調整するものとして、特許文献3に示すものがある。特許文献3では、カメラの撮影領域を自動調整する手法として、「オートスキャン」および「オートパン」と呼ばれる2つの手法を開示している。

【0012】

まず、「オートスキャン」手法について説明する。図52は「オートスキャン」手法の説明に用いる図であり、「オートスキャン」手法は、同図に示す第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの複数の撮影領域を、順次、カメラ10701が自動的に撮影していく手法である。記録手段10703には、第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの撮影領域情報が予め記録されており、姿勢制御手段10702が記録部10703に記録された同情報にもとづいてカメラ10701の姿勢を制御し、カメラ10701の撮影領域を第1撮影領域10711から第N撮影領域1071Nの各撮影領域に順次変更することにより、同手法は実現されている。

【0013】

つぎに、「オートパン」手法について説明する。図53は「オートパン」手法の説明に用いる図であり、「オートパン」手法は、同図に示す第1パン角度10811から第2パン角度10812の間を、カメラ10801が自動的に左右パン動作を繰り返すことにより、同カメラ10801の撮影領域を自動調整する手法である。図53に示していないが、第1パン角度10811および第2パン角度10812に設けられた機械式スイッチに

より、各パン角度にカメラ 10801 が向いたことを判定し、姿勢制御手段 10802 がカメラ 10801 の姿勢を制御することにより、同手法は実現されている。

【0014】

上記従来の単体のカメラを用いた装置の撮影領域自動調整の特徴についてここにまとめた。特許文献 3 に示す従来の装置では、例えは、カメラ 10701 の撮影領域は、記録手段 10703 に記録された第 1 撮影領域 10711 から第 N 撮影領域 1071N の撮影領域情報をもとに変更されるように、複数のカメラを用いた装置の撮影領域自動調整とほぼ同様に、状況変化内容と 1 対 1 に対応したものではないが、予め人間が想定し作成した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報をもとにカメラの撮影領域を決定し調整する（従来技術の第 2 の特徴）。

【特許文献 1】特許第 3043925 号公報（図 1、図 6）

【特許文献 2】特許第 3180730 号公報（図 1、図 7～図 9）

【特許文献 3】特開平 1-288696 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、このような従来の装置では、まず、予め人間が想定し設定した状況変化内容と 1 対 1 に対応した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報をもとに各カメラの撮影領域を決定し調整しているために（上記従来技術の第 2 の特徴）、カメラ毎に、状況変化内容と 1 対 1 に対応した撮影領域が記載されたテーブル形式の情報を人間が逐一想定し作成する必要がある。

【0016】

同情報は、撮影対象領域の位置や広さ、人間が想定した状況変化内容、各カメラを設置する位置や台数などに依存しており、これらに変更などがあった場合には、その度に同情報を人間が逐一作成し直す必要がある。この作業は、カメラ台数が増えれば増えるほど煩雑であり、それに対するコストや負荷は膨大なものとなる。ビル内のカメラを用いた監視システムなどでは、10 数台のカメラを用いることはごく一般的である。

【0017】

また、従来の装置では、予め人間が規則的な位置に固定カメラを設置することにより上記第 1 の要求は達成されているが（上記従来技術の第 3 の特徴）、カメラが 1 つでも故障した場合には、もはや上記第 1 の要求を達成することはできない。

【0018】

仮に、図 51 に示すように、検出カメラ装置 10010 の数を増やすことにより、うち 1 つが故障した場合でも死角なく検出対象領域を覆うことはできるが、非効率と言わざるを得ない。

【0019】

そこで、本発明は、上記従来の課題を解決するものであり、人間が予め状況変化を予測してテーブルを作成しておく必要がなく、かつ、カメラが故障した場合であっても、死角なく、撮影対象とする領域をくまなく撮影することができる可能な撮影領域調整装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記目的を達成するために、本発明に係る撮影領域調整装置は、撮影領域を調整する装置であって、複数のカメラ端末を備え、前記複数のカメラ端末は、それぞれ、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラと、前記カメラを制御することにより、前記仮想撮影領域の位置を調整する調整手段と、前記仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信手段とを備え、前記調整手段は、当該調整手段を備える自カメラ端末の仮想撮影領域と前記通信手段によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域を

くまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整することを特徴とする。これによって、複数のカメラ端末の協調動作により、複数の仮想撮影領域によって撮影対象領域が死角なく覆われる。そして、実際の撮影領域によって撮影対象領域を覆う方法に比べ、仮想撮影領域が使用されるので、1台のカメラ端末が撮影する担当領域を任意に設定することができ、様々な大きさや形状の撮影対象領域に対応した撮影領域調整装置が実現される。

【0021】

なお、請求の範囲における「仮想撮影領域」は、例えば、実施の形態における周期 T_{CYCLE} 撮影領域に相当し、1台のカメラ端末が一定時間 T_{CYCLE} をかけてパンやチルト等のスキャン動作をしながら連続撮影することによって得られる撮影領域の和である。同様に、「仮想検出領域」は、例えば、実施の形態における周期 T_{CYCLE} 検出領域に相当し、1台のセンサ端末が一定時間 T_{CYCLE} をかけて検出方向の姿勢を変化させるスキャン動作をしながら連続検出することによって得られる検出領域（検出空間）の和である。

【0022】

ここで、前記カメラが前記周期を変更する手段を備え、前記調整手段が自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が前記撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期と当該仮想撮影領域に隣接する仮想撮影領域の周期とがほぼ同一となるように自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を調整するようにしたり、前記調整手段が自カメラ端末の仮想撮影領域と他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整し、かつ、自カメラ端末の仮想撮影領域の周期が小さくなるように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および周期を調整したり、前記調整手段が撮影対象領域をそれぞれ前記複数のカメラ端末が担当する領域に分割し、分割した領域をそれぞれ、前記複数のカメラ端末の仮想撮影領域で覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置および画角を調整したりするのが好ましい。

【0023】

なお、本発明は、各カメラ端末に調整手段を設けた分散制御型の構成だけでなく、全てのカメラ端末の検出領域を調整する共通の調整手段を設けた集中制御型の構成で実現したり、撮影領域調整方法、および、その方法をコンピュータに実行させるプログラムとして実現したりすることもできる。また、複数のカメラ端末からなる撮影領域調整装置（あるいは、システム）として実現したり、個々のカメラ端末単体としても実現できる。さらに、本発明は、カメラによる撮影可能な領域である撮影領域に代えて、微動センサ等の物理量の検出が可能なセンサの検出領域を調整する装置として実現することもできる。なお、本発明に係るプログラムをCD-ROM等の記録媒体やインターネット等の伝送媒体を介して配信することができるの言うまでもない。

【発明の効果】

【0024】

本発明に撮影領域調整装置よれば、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整されるので、従来のようにカメラ毎に状況変化に対応した周期 T_{CYCLE} 撮影領域情報を人間が逐一想定して作成しておく必要がなく、かつ、カメラが幾つか故障した場合においても、死角なく所定の撮影対象領域を効率的に覆うことができる。

【0025】

よって、本発明により、任意の空間が死角なく撮影されることが保証され、特に、学校やビル等における不審者の監視用システム等としてその実用的価値が高い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

まず、具体的な実施の形態を説明する前に、いくつかの用語及び基本事項を説明する。

【0027】

(カメラの撮影領域)

まず、カメラの撮影領域について説明する。ここで説明するカメラとは、スチル写真の撮影などに用いられる、ある一瞬の静止画像を撮影するカメラではなく、例えは1秒間に30枚連続撮影するなど、時間的に連続した動画像を撮影するカメラを示す。

【0028】

図1はカメラの撮影領域を説明する図である。図1(a)及び(b)において、5001はカメラ、5002はカメラ5001が時刻 $T=0, 2, 4, \dots, 2N$ に撮影する領域である第1の撮影領域、5003はカメラ5001が時刻 $T=1, 3, 5, \dots, 2N+1$ に撮影する領域である第2の撮影領域である(Nは自然数)。図1(c)は、図1(a)及び(b)に示すカメラ5001の各時刻Tにおける撮影領域位置を示したグラフである。

【0029】

一般的に、「カメラの撮影領域」と単に表現した場合、ある時刻瞬間にカメラが撮影している領域ととらえることが通常である。カメラが各瞬間に同カメラの姿勢を変更していないのであれば、このとらえ方は特に問題はない。しかしカメラが各瞬間に同カメラの姿勢を変更しているのであれば、「カメラの撮影領域」は、以下に示すように、それぞれ区別してとらえることが必要である。

・時刻T撮影領域

これは、時刻Tの瞬間にカメラが撮影した領域を意味する。本明細書では、同撮影領域を時刻T撮影領域と表記する。図1(a)及び(b)において、第1撮影領域5002は時刻0撮影領域、第2撮影領域5003は時刻1撮影領域である。

・期間 $T_A \sim T_B$ 撮影領域または期間T撮影領域、および、周期 T_{CYCLE} 撮影領域

これらは、「仮想撮影領域」の一例であり、時刻 T_A から時刻 T_B の期間にカメラが撮影した領域を意味する。本明細書では、同領域を期間 $T_A \sim T_B$ 撮影領域と表記する。または、時刻 T_A から時刻 T_B の期間Tにカメラが撮影した領域として、期間T撮影領域と表記する。更に、特に、同撮影領域内の各領域の撮影に周期性がある場合、同周期性をもつ時間 T_{CYCLE} に撮影した領域といい、周期 T_{CYCLE} 撮影領域と表記する。図1(a)及び(b)において、第1撮影領域5002および第2撮影領域5003を和した領域は、期間0~1撮影領域または期間2撮影領域である。また、図1(c)に示すように、同撮影領域内の第1撮影領域5002および第2撮影領域5003の撮影には周期性があり、その周期は2であるので、同撮影領域は周期2撮影領域でもある。

【0030】

また、撮影領域内の各領域の撮影に周期性がある周期 T_{CYCLE} 撮影領域に関しては、以下に示すパラメータが定義できる。

・撮影頻度F

これは、周期 T_{CYCLE} 撮影領域内の各領域における、1周期当たりの撮影頻度を意味する。この定義によれば、図1(c)に示すように、第1撮影領域および第2撮影領域が重複している撮影領域の撮影頻度Fは1、その他の撮影領域Fは $1/2$ である。なお、図1(c)に示すように、カメラ5001の撮影頻度Fは各領域によって異なっており、カメラ5001が撮影する領域において、最低の撮影頻度Fを最低撮影頻度 F_{MIN} 、最高の撮影頻度を最高撮影頻度 F_{MAX} と、本明細書と表記する。

(検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係)

つぎに、カメラが撮影することによって検出する検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係について説明する。図2(a)及び(b)は検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係を説明する図である。図2(a)及び(b)において、5101はカメラ、5102は各カメラ5101の周期 T_{CYCLE} 撮影領域、5103は各カメラ5101が撮影することによって検出する検出対象、5104は検出対象5103が撮影周期 T_{CYCLE} の間に移動する最大の領域である撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域である。

【0031】

図2(a)に示すように、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域をカメラ5101の周期 T_{CYCLE} 撮影領域が覆っておれば、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域を撮影周期 T_{CYCLE} の間に撮影するので、カメラ5101は撮影周期 T_{CYCLE} の間に検出対象5103を撮影／検出することが可能である。

【0032】

また、図2(b)に示すように、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域を、1台のカメラ5101ではなく、複数の各カメラ5101の周期 T_{CYCLE} 撮影領域で覆っておれば、撮影周期 T_{CYCLE} 検出対象移動最大領域を撮影周期 T_{CYCLE} の間に撮影するので、カメラ5101は撮影周期 T_{CYCLE} の間に検出対象5103を撮影／検出することが可能である。

【0033】

(カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさ)

つぎに、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさについて説明する。図3(a)及び(b)は、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさと各種パラメータの関係を説明する図である。図3(a)において、5201はカメラ、カメラ5201の姿勢はパンおよびチルト動作により可変であり、また、カメラ5201の画角も可変である。5202はカメラ5201が時刻Tに撮影する領域である時刻T撮影領域、5203はカメラ5201が周期 T_{CYCLE} に撮影する領域である周期 T_{CYCLE} 撮影領域、5204はカメラ5201の水平方向の画角である水平画角 Θ_{aH} 、C205はカメラ5201の垂直方向の画角である垂直画角 Θ_{av} 、5206は時刻T撮影領域5202の移動経路である。カメラ5201は、時間経過とともに、パンおよびチルト動作により自身の姿勢を変更させ、時刻T撮影領域5202の位置を時刻T撮影領域移動経路5206に示す経路で移動することにより、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影している。このため、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203の大きさは、カメラ5201の姿勢を変更するパンおよびチルト動作の速度、時刻T撮影領域5202の大きさを決定するカメラ5201の水平画角 $\Theta_{aH}5204$ および垂直画角 $\Theta_{av}5205$ 、周期 T_{CYCLE} の時間的長さに依存することは明白であり、カメラ5201のパンおよびチルト速度が早いほど、また、カメラ5201の画角が大きいほど、また、周期 T_{CYCLE} の時間的長さが長いほど、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203の大きさは大きくなる。

(周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するカメラの画角およびパンおよびチルト)

つぎに、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するカメラの画角およびパンおよびチルトについて説明する。図3(b)は、図3(a)に示すカメラ5201と周期 T_{CYCLE} において等価な周期 T_{CYCLE} カメラ5211を示す図である。図3(b)において、時刻T撮影領域5202、周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203および時刻T撮影領域移動経路5205は図3(a)と同様である。5211は周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影するカメラ、カメラ5211の姿勢はパンおよびチルト動作により可変であり、また、カメラ5211の画角も可変である。ただし、周期 T_{CYCLE} カメラ5211は、カメラ5201と姿勢は異なるが、空間上同じ位置に存在する。5212は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の水平方向の画角である水平画角 Θ_{bH} 、5213は周期 T_{CYCLE} カメラ5211の垂直方向の画角である垂直画角 Θ_{bv} である。図3(a)におけるカメラ5201は、周期 T_{CYCLE} において周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影する。このため、周期 T_{CYCLE} においては、カメラ5201は、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203を撮影する図3(b)に示す周期 T_{CYCLE} カメラ5211とみなせる。また、この周期 T_{CYCLE} カメラ5211において、水平方向の画角は水平画角 $\Theta_{bH}5212$ 、垂直方向の画角は垂直画角 $\Theta_{bv}5212$ とみなせる。カメラ5201などの一般的なカメラにおいては、画角はCCDなどの撮像面のアスペクト比に依存しているために水平画角 $\Theta_{aH}5204$ および垂直画角 $\Theta_{av}5205$ は独立した制御ができない。しかし、周期 T_{CYCLE} カメラ5211においては、カメラ5201のパンおよびチルト動作により周期 T_{CYCLE} 撮影領域5203が決定しているため、一般的なカメラのようにCCDなどの撮像面のアスペクト比に依存せず、水平画角 Θ_{bH}

5 2 1 2 および垂直画角 $\Theta b \gamma$ 5 2 1 2 は独立に制御することが可能である。

【0034】

図4 (a) 及び (b) は、図3 (a) におけるカメラ5 2 0 1 および図3 (b) における周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の画角、パンまたはチルト角を示す図である。図4 (a)において、カメラ5 2 0 1 および周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 はそれぞれ、図3 (a)におけるカメラ5 2 0 1 および図3 (b) における周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1と同じものである。ただし、カメラ5 2 0 1 および周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 は空間上同じ位置に存在するが、図4 (a) では見易くするために、意図的にこれらカメラを並べて記載している。5 2 2 0 は補助線、5 2 2 1 はカメラ5 2 0 1 の水平方向の最大画角である最大水平画角 Θa_{H-MAX} 、5 2 2 2 は最大画角 $\Theta a_{H-MAX}/2$ 、5 2 2 3 はカメラ5 2 0 1 のパンの最大変位角である最大パン角 Θa_{P-MAX} であり、カメラ5 2 0 1 は補助線5 2 2 0 を中心に、それぞれ上下に最大パン角 $\Theta a_{P-MAX} 5 2 2 3$ までパン動作する。5 2 2 4 は周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の水平方向の最大画角である周期 T_{CYCLE} カメラ最大水平画角 Θb_{H-MAX} 、5 2 2 5 は周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の水平方向の画角である周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H 、5 2 2 6 は周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 $\Theta b_H/2$ 、5 2 2 7 は周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 のパン角である周期 T_{CYCLE} カメラパン角 Θb_P である。

【0035】

図4 (b) において、カメラ5 2 0 1 および周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 はそれぞれ、図3 (a) におけるカメラ5 2 0 1 および図3 (b) における周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1と同じものである。ただし、カメラ5 2 0 1 および周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 は空間上同じ位置に存在するが、図4 (a) では見易くするために、意図的にこれらカメラを並べて記載している。5 2 2 0 は補助線、5 2 3 1 はカメラ5 2 0 1 の垂直方向の最大画角である最大垂直画角 Θa_{V-MAX} 、5 2 3 2 は最大画角 $\Theta a_{V-MAX}/2$ 、5 2 3 3 はカメラ5 2 0 1 のチルトの最大変位角である最大チルト角 Θa_{T-MAX} であり、カメラ5 2 0 1 は補助線5 2 2 0 を中心に、それぞれ上下に最大チルト角 $\Theta a_{T-MAX} 5 2 3 3$ までチルト動作する。5 2 3 4 は周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の垂直方向の最大画角である周期 T_{CYCLE} カメラ最大垂直画角 Θb_{V-MAX} 、5 2 3 5 は周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の垂直方向の画角である周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θb_V 、5 2 3 6 は周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 $\Theta b_V/2$ 、5 2 3 7 は周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 のチルト角である周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 Θb_T である。

【0036】

図4 (a) 及び (b) に示すように、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の最大水平画角 Θb_H $5 2 2 4$ および最大垂直画角 Θb_V $5 2 3 4$ は数1で示され、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の水平方向の最小水平画角 Θb_H MIN は、カメラ5 2 0 1 の水平方向の最小水平画角 Θa_{H-MIN} に等しく、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の垂直方向の最小垂直画角 Θb_V MIN は、カメラ5 2 0 1 の垂直方向の最小垂直画角 Θa_{V-MIN} に等しい。ただし、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 がパン角 Θb_P $5 2 2 7$ またはチルト角 Θb_T $5 2 3 7$ だけパンまたはチルトしている場合、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 2 1 の最大垂直画角 Θb_H MAX $5 2 2 4$ および最大垂直画角 Θb_V MAX $5 2 3 4$ は、数2に示す制限をうける。このため、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の水平画角 Θb_H $5 2 2 5$ および水平画角 Θb_V $5 2 3 5$ は、数3に示す範囲の可変値である。また、図4 (a) 及び (b) に示すように、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 の最大パン角 Θb_P MAX および最大パン角 Θb_T MAX はそれぞれ、カメラ5 2 0 1 の最大パン角 Θa_{P-MAX} $5 2 2 3$ および最大パン角 Θa_{T-MAX} $5 2 3 3$ と等しい。このため、周期 T_{CYCLE} カメラ5 2 1 1 のパン角 Θb_P $5 2 2 7$ およびチルト角 Θb_T $5 2 3 7$ は、数4に示す範囲の可変値である。

【0037】

【数 1】

$$\theta b_{H_MAX}(0) = \theta a_{P_MAX} + \frac{\theta a_{H_MAX}}{2} \quad \theta b_{V_MAX}(0) = \theta a_{T_MAX} + \frac{\theta a_{V_MAX}}{2}$$

$$\theta b_{H_MIN} = \theta a_{H_MIN} \quad \theta b_{V_MIN} = \theta a_{V_MIN}$$

【数 2】

$$\theta b_{H_MAX}(\theta b_P) \leq \theta b_{H_MAX}(0) - 2 \times |\theta b_P| \quad \theta b_{V_MAX}(\theta b_T) \leq \theta b_{V_MAX}(0) - 2 \times |\theta b_T|$$

【数 3】

$$\theta a_{H_MIN} \leq \theta b_H(\theta b_P) \leq \theta b_{H_MAX}(\theta b_P) \quad \theta a_{V_MIN} \leq \theta b_V(\theta b_T) \leq \theta b_{V_MAX}(\theta b_T)$$

【数 4】

$$0 \leq \theta b_P \leq \theta a_{P_MAX} \quad 0 \leq \theta b_T \leq \theta a_{T_MAX}$$

【0038】

(カメラの撮影領域位置および視点)

つぎに、カメラの撮影領域の位置および視点を算出する方法について説明する。図5はカメラの撮影領域の位置を説明する図である。図5において、5301は像を結像させるためのレンズ、5302はレンズ5301で結像した像を撮影するCCDなどの撮像面、5303はレンズ5301および撮像面5302から構成されるカメラである。5311はX_C軸、5312はY_C軸、5313はZ_C軸であり、これらの各軸はお互い直交し、レンズ5301を原点としたカメラ座標軸系を構成し、特にZ_C軸5313はカメラ5303の視線（撮影方向）と一致する。5314はカメラ5303のY_C軸5312回りの回転角であるパン角θ_P、5315はカメラ5303のX_C軸5311回りの回転角であるチルト角θ_T、5316はカメラ5303のZ_C軸5313回りの回転角であるロール角θ_Rである。カメラ5303は自身の姿勢をこれらの回転角だけ回転させる。5317はレンズ5301から撮像面5302までの距離である焦点距離f、5318は撮像面5302の水平方向のサイズである撮像面水平サイズW、5319は撮像面5302の垂直方向のサイズである撮像面垂直サイズWである。5321はX_W軸、5322はY_W軸、5323はZ_W軸であり、これらの各軸はお互い直交し、世界座標軸系を構成する。5324はカメラ5303のX_W軸5321方向の変位である変位ΔX_{TW}、5325はカメラ5303のY_W軸5322方向の変位である変位ΔY_{TW}、5326はカメラ5303のZ_W軸5323方向の変位である変位Z_{TW}である。カメラ5303は世界座標軸系において、(X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW})で示される位置に存在し、同位置を基点として(ΔX_{TW}, ΔY_{TW}, ΔZ_{TW})だけ移動する。5327は5303カメラの水平方向の画角である水平画角θ_H、5328は5303カメラの垂直方向の画角である垂直画角θ_Vである。5331はZ_W=Z_{CONS}_Tである実空間面、5332はカメラ5303が撮影している実空間面5331上の撮影領域、5333は、Z_C軸5313と撮影領域5332が存在する実空間面5331の交点である視点であり、Z_C軸5313が示すカメラ5303の視線の実空間面5331上の位置を示す。

【0039】

X_C軸5321およびY_C軸5322およびZ_C軸5323で構成されるカメラ座標軸系上のある点(X_{PC}, Y_{PC}, Z_{PC})は、数5に示す式により、X_W軸5321およびY_W軸5322およびZ_W軸5323で構成される世界座標軸上の点(X_{PW}, Y_{PW}, Z_{PW})に変換できる。同式において、M₀₀からM₂₂を要素とする3×3行列値は、カメラ5303の姿

勢基準点（カメラ 5303 の姿勢の回転角度 (Θ_P , Θ_T , Θ_R) = (0, 0, 0)）の行列値、 R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、カメラ 5303 の姿勢基準点からの姿勢変位をあらわす行列値、(X_{TW} , Y_{TW} , Z_{TW}) はカメラ 5303 の位置基準点（カメラ 5303 の位置の変位 (ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW}) = (0, 0, 0)）の位置、(ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW}) はカメラ 5303 の位置基準点からの位置変位をあらわす。

【0040】

【数5】

$$\begin{pmatrix} X_{PW} \\ Y_{PW} \\ Z_{PW} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{PC} \\ Y_{PC} \\ Z_{PC} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_{TW} \\ \Delta Y_{TW} \\ \Delta Z_{TW} \end{pmatrix}$$

【0041】

M_{00} から M_{22} を要素とする 3×3 行列値や (X_{TW} , Y_{TW} , Z_{TW}) は、カメラ 5303 を姿勢基準点および位置基準点に合わせる、または、現在のカメラ 5303 の姿勢および位置をそれぞれ姿勢基準点および位置基準点とし、以下の非特許文献 1 に示すキャリブレーション方法などを用いることにより算出可能であり、本発明の撮影領域調整装置の動作開始前に事前に算出しておく。

【非特許文献 1】 R. Tsai. A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses. IEEE journal of Robotics and Automation, Vol. RA-3, No. 4, pp. 323-344, 1987

【0042】

カメラ 5303 の姿勢基準点からの姿勢変位をあらわす R_{00} から R_{22} を要素とする 3×3 行列値は、数 6 に示すように、カメラ 5303 の姿勢である回転角度 (Θ_P , Θ_T , Θ_R) より算出可能である。カメラ 5303 の姿勢である回転角度 (Θ_P , Θ_T , Θ_R)、および、カメラ 5303 の位置基準点からの位置変位である (ΔX_{TW} , ΔY_{TW} , ΔZ_{TW}) は、同カメラ 5303 の位置をステッピングモーターなどで変化させる仕組みであれば、同ステッピングモーターよりその変位を読み取れる。

【0043】

【数6】

$$\begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \Theta_R & \sin \Theta_R & 0 \\ -\sin \Theta_R & \cos \Theta_R & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \Theta_T & \sin \Theta_{TC} \\ 0 & -\sin \Theta_T & \cos \Theta_{TC} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \Theta_P & 0 & -\sin \Theta_P \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \Theta_P & 0 & \cos \Theta_P \end{pmatrix}$$

【0044】

撮像面 5302 上の各点 (X_{PC} , Y_{PC} , f) は、数 7 により、 $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面 5331 上に投影できる。撮像面 4 隅の各点 ($-W/2$, $-H/2$, f)、($W/2$, $-H/2$, f)、($-W/2$, $H/2$, f)、($W/2$, $H/2$, f) を $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面 5331 上に投影した位置は、カメラ 5303 の撮影領域 5332 の 4 隅の位置である。また、 Z_C 軸 5313 は撮像面 5302 上の点 (0, 0, f) をとおり、同点 (0, 0, f) を $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面 5331 上に投影した位置は、カメラ 5303 の視点 5333 である。このため、数 8 により、 $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面 5331 上のカメラ 5303 の撮影領域 5332 位置（点 (X_{PW0} , Y_{PW0} , Z_{PW0}) ~ 点 (X_{PW3} , Y_{PW3} , Z_{PW3})）および視点 5333（点 (X_{PW4} , Y_{PW4} , Z_{PW4})）が算出可能

である。

【0 0 4 5】

【数7】

$$\begin{pmatrix} X_{PW} \\ Y_{PW} \\ Z_{PW} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_D}{Z_D} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_D}{Z_D} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{TW} \\ Y_{TW} \\ Z_{TW} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X_{TW} \\ \Delta Y_{TW} \\ \Delta Z_{TW} \end{pmatrix}$$
$$\begin{pmatrix} X_D \\ Y_D \\ Z_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{PC} \\ Y_{PC} \\ f \end{pmatrix}$$

【数8】

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} X_{PW0} \\ Y_{PW0} \\ Z_{PW0} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D0}}{Z_{D0}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D0}}{Z_{D0}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D0} \\ Y_{D0} \\ Z_{D0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\frac{W}{2} \\ \frac{H}{2} \\ f \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{PW1} \\ Y_{PW1} \\ Z_{PW1} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D1}}{Z_{D1}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D1}}{Z_{D1}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D1} \\ Y_{D1} \\ Z_{D1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{W}{2} \\ -\frac{H}{2} \\ f \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{PW2} \\ Y_{PW2} \\ Z_{PW2} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D2}}{Z_{D2}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D2}}{Z_{D2}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D2} \\ Y_{D2} \\ Z_{D2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\frac{W}{2} \\ \frac{H}{2} \\ f \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{PW3} \\ Y_{PW3} \\ Z_{PW3} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D3}}{Z_{D3}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D3}}{Z_{D3}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D3} \\ Y_{D3} \\ Z_{D3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{W}{2} \\ \frac{H}{2} \\ f \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} X_{PW4} \\ Y_{PW4} \\ Z_{PW4} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D4}}{Z_{D4}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D4}}{Z_{D4}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D4} \\ Y_{D4} \\ Z_{D4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ f \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

【0 0 4 6】

また、水平画角 Θ_H 5 3 2 7 および垂直画角 Θ_V 5 3 2 8 は、焦点距離 f 5 3 1 7 および撮像面水平サイズ W 5 3 1 8 および撮像面垂直サイズ W 5 3 1 9 と数9に示すような関係にある。このため、数10を用いても、 $Z_W = Z_{CONST}$ である実空間面5 3 3 1上のカメラ5 3 0 3の撮影領域5 3 3 2位置および視点5 3 3 3が算出可能である。

【数9】

$$\frac{W}{2f} = \tan(\frac{\theta_H}{2}) \quad \frac{H}{2f} = \tan(\frac{\theta_V}{2})$$

$$\begin{aligned}
\begin{pmatrix} X_{PW0} \\ Y_{PW0} \\ Z_{PW0} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D0}}{Z_{D0}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D0}}{Z_{D0}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D0} \\ Y_{D0} \\ Z_{D0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ -\tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} X_{PW1} \\ Y_{PW1} \\ Z_{PW1} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D1}}{Z_{D1}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D1}}{Z_{D1}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D1} \\ Y_{D1} \\ Z_{D1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ -\tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} X_{PW2} \\ Y_{PW2} \\ Z_{PW2} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D2}}{Z_{D2}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D2}}{Z_{D2}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D2} \\ Y_{D2} \\ Z_{D2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} X_{PW3} \\ Y_{PW3} \\ Z_{PW3} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D3}}{Z_{D3}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D3}}{Z_{D3}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D3} \\ Y_{D3} \\ Z_{D3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \tan\left(\frac{\theta_H}{2}\right) \\ \tan\left(\frac{\theta_V}{2}\right) \\ 1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} X_{PW4} \\ Y_{PW4} \\ Z_{PW4} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} X_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})X_{D4}}{Z_{D4}} \\ Y_O + \frac{(Z_O - Z_{CONST})Y_{D4}}{Z_{D4}} \\ Z_{CONST} \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} X_{D4} \\ Y_{D4} \\ Z_{D4} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{00} & R_{01} & R_{02} \\ R_{10} & R_{11} & R_{12} \\ R_{20} & R_{21} & R_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} M_{00} & M_{01} & M_{02} \\ M_{10} & M_{11} & M_{12} \\ M_{20} & M_{21} & M_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}
\end{aligned}$$

【0047】

なお、上記カメラの撮影領域の位置を算出する方法は、時刻T撮影領域の位置および視点の算出のみならず、周期T_{CYCLE}撮影領域の位置および視点の算出に適用できる。周期T_{CYCLE}撮影領域の位置および視点の算出をするのであれば、数9における、パン角θ_P5314、チルト角θ_T5315、ロール角θ_R5316、水平画角θ_H5327および垂直画角θ_V5328はそれぞれ、図4(a)及び(d)に示す、パン角θ_{bP}5227、チルト角θ_{bT}5228、ロール角θ_{bR}、水平画角θ_{bH}5225および垂直画角θ_{bV}5235とすればよい(ロール角θ_{bR}は図4(a)及び(d)に示していないが、カメラ5201のロール角θ_{aR}と同値である)。カメラ5303の姿勢基準点の行列値であるM₀₀からM₂₂を要素とする3×3行列値、カメラ5303の位置基準点の位置(X_{TW}, Y_{TW}, Z_{TW})、および、同位置基準点からの位置変位(ΔX_{TW}, ΔY_{TW}, ΔZ_{TW})は、周期T_{CYCLE}撮影領域を撮影する周期T_{CYCLE}カメラの位置および姿勢基準点は時刻T撮影領域を撮影するカメラと同じとしたので、時刻T撮影領域を撮影するカメラのそれを用いればよい。

【0048】

(周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法)

つぎに、周期 T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法について説明する。図 6 及び図 7 は周期 T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法を説明する図である。図 6 (a)、(b) 及び図 7において、5401 は周期 T_{CYCLE}撮影領域、5402 は周期 T_{CYCLE}撮影領域 5401 の水平方向のサイズ L_{bH}、5403 は周期 T_{CYCLE}撮影領域 5401 の垂直方向のサイズ L_{bV}、5404 は現時刻の時刻 T_{NOW}における撮影領域である現時刻 T_{NOW}撮影領域、5405 は現時刻 T_{NOW}撮影領域 5404 の水平方向のサイズ L_{aH}、5406 は現時刻 T_{NOW}撮影領域 5404 の垂直方向のサイズ L_{aV}、5407 は現時刻の時刻 T_{NOW}の次の撮影時刻 T_{NEXT}における撮影領域である現時刻 T_{NEXT}撮影領域、5408 は現時刻 T_{NOW}撮影領域 5404 から次時刻 T_{NEXT}撮影領域 5407 までの移動距離 L、5409 は時刻 T 撮影領域の移動経路、5421 から 5423 はそれぞれ水平方向の位置である位置 H1 から位置 H3、5431 から 5434 はそれぞれ垂直方向の位置である位置 V1 から位置 V4 である。

【0049】

また、図 8、図 9 及び図 10 は周期 T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャートである。図 8 (a)、(b)、図 9 (a)、(b) に示すフローチャートはそれぞれ、時刻 T 撮影領域を左右上下に水平および垂直終端位置まで移動させるサブルーチンを示すフローチャートであり、まず、図 8 (a) に示す水平左方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。まず同サブルーチンは、ステップ 5501において、図 6 及び図 7 における移動距離 L₅₄₀₈を算出する。移動距離 L₅₄₀₈は、数 11 に示す式によって算出される。同式において、V_{P_CONST}は、あらかじめ定めたパン速度であり、T_Sは、あらかじめ定めたカメラの撮影間隔である。つぎに、ステップ 5502において、現時刻 T_{NOW}撮影領域 5404 の左端位置から水平端位置までの距離である水平余剰距離 L_Hを算出する。つぎに、ステップ 5503において、ステップ 5502 で算出した水平余剰距離 L_Hがステップ 5501 で算出した移動距離 L₅₄₀₈以下であるかどうかを判断する。そして、水平余剰距離 L_Hが移動距離 L₅₄₀₈以下でない場合、ステップ 5504 に進み、パン速度 V_Pを数 12 に示す値とし、同パン速度 V_Pで撮影期間 T_S期間だけカメラを左パン動作させ（パン速度が正の値の場合を右パン動作、負の値の場合を左パン動作としている）、ステップ 5503 に戻る。また、水平余剰距離 L_Hが移動距離 L₅₄₀₈以下である場合、パン速度 V_Pを数 13 に示す値とし、同パン速度 V_Pで撮影期間 T_S期間だけカメラを左パン動作させる。この結果、ステップ 5504 により、カメラは水平余剰距離 L_Hが移動距離 L₅₄₀₈以下になるまで数 12 に示すパン速度 V_Pで左パン動作し続け、さらに、ステップ 5505 により、数 13 に示すパン速度 V_Pで撮影期間 T_S期間だけカメラを左パン動作させるために、水平余剰距離 L_Hだけ左パンし、カメラの時刻 T 撮影領域は水平端位置に達する。

【0050】

【数 11】

$$L = V_{P_CONST} \times T_S$$

【数 12】

$$V_P = -V_{P_CONST}$$

【数 13】

$$V_P = -\frac{L_H}{T_S}$$

【0051】

つぎに、図 8 (b) に示す水平左方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。同サブルーチンの動作は図 8 (a) に示す水平右方向へ移動させるサブルーチンとほぼ同等

である。まず同サブルーチンは、ステップ 5511において、図6及び図7における移動距離 L_{5408} を算出する。移動距離 L_{5408} は数11に示す式によって算出される。つぎに、ステップ 5512において、現時刻 T_{NOW} 撮影領域 5404 の右端位置から水平端位置までの距離である水平余剰距離 L_H を算出する。つぎに、ステップ 5513において、ステップ 5512で算出した水平余剰距離 L_H がステップ 5511で算出した移動距離 L_{5408} 以下であるかどうかを判断する。そして、水平余剰距離 L_H が移動距離 L_{5408} 以下でない場合、ステップ 5514 に進み、パン速度 V_p を数14に示す値とし、同パン速度 V_p で撮影期間 T_S 期間だけカメラを右パン動作させ、ステップ 5513 に戻る。また、水平余剰距離 L_H が移動距離 L_{5408} 以下である場合、パン速度 V_p を数15に示す値とし、同パン速度 V_p で撮影期間 T_S 期間だけカメラを右パン動作させる。この結果、ステップ 5514により、カメラは水平余剰距離 L_H が移動距離 L_{5408} 以下になるまで数15に示すパン速度 V_p で右パン動作し続け、さらに、ステップ 5515により、数15に示すパン速度 V_p で撮影期間 T_S 期間だけカメラを右パン動作させるために、水平余剰距離 L_H だけ右パンし、カメラの時刻 T 撮影領域は水平端位置に達する。

【0052】

【数14】

$$V_p = V_{p_CONST}$$

【数15】

$$V_p = \frac{L_H}{T_s}$$

【0053】

つぎに、図9 (a) に示す垂直上方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。同サブルーチンの動作は図8 (a) に示す水平右方向へ移動させるサブルーチンとほぼ同等である。まず同サブルーチンは、ステップ 5521において、図6及び図7における移動距離 L_{5408} を算出する。移動距離 L_{5408} は数16に示す式によって算出される。つぎに、ステップ 5522において、現時刻 T_{NOW} 撮影領域 5404 の上端位置から垂直端位置までの距離である垂直余剰距離 L_V を算出する。つぎに、ステップ 5523において、ステップ 5522で算出した垂直余剰距離 L_V がステップ 5521で算出した移動距離 L_{5408} 以下であるかどうかを判断する。そして、垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下でない場合、ステップ 5524 に進み、チルト速度 V_T を数17に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを上パン動作させ（チルト速度が正の値の場合を上チルト動作、負の値の場合を下チルト動作としている）、ステップ 5523 に戻る。また、垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下である場合、チルト速度 V_T を数18に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを上チルト動作させる。この結果、ステップ 5524により、カメラは垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下になるまで数17に示すチルト速度 V_T で上チルト動作し続け、さらに、ステップ 5525により、数18に示すチルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを上チルト動作させるために、垂直余剰距離 L_V だけ上チルトし、カメラの時刻 T 撮影領域は垂直端位置に達する。

【0054】

【数16】

$$L = V_{t_CONST} \times T_s$$

【数 1 7】

$$V_T = -V_{T_CONST}$$

【数 1 8】

$$V_r = -\frac{L_H}{T_s}$$

【0 0 5 5】

最後に、図9（b）に示す垂直下方向へ移動させるサブルーチンを以下に説明する。同サブルーチンの動作は図8（a）に示す水平右方向へ移動させるサブルーチンとほぼ同等である。まず同サブルーチンは、ステップ5531において、図6及び図7における移動距離 L_{5408} を算出する。移動距離 L_{5408} は数16に示す式によって算出される。つぎに、ステップ5532において、現時刻 T_{NOW} 撮影領域5404の下端位置から垂直端位置までの距離である垂直余剰距離 L_V を算出する。つぎに、ステップ5533において、ステップ5532で算出した垂直余剰距離 L_V がステップ5531で算出した移動距離 L_{5408} 以下であるかどうかを判断する。そして、垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下でない場合、ステップ5534に進み、チルト速度 V_T を数19に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを下パン動作させ、ステップ5533に戻る。また、垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下である場合、チルト速度 V_T を数20に示す値とし、同チルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを下チルト動作させる。この結果、ステップ5534により、カメラは垂直余剰距離 L_V が移動距離 L_{5408} 以下になるまで数19に示すチルト速度 V_T で下チルト動作し続け、さらに、ステップ5535により、数20に示すチルト速度 V_T で撮影期間 T_S 期間だけカメラを下チルト動作させるために、垂直余剰距離 L_V だけ下チルトし、カメラの時刻 T 撮影領域は垂直端位置に達する。

【0 0 5 6】

【数 1 9】

$$V_T = V_{T_CONST}$$

【数 2 0】

$$V_r = \frac{L_V}{T_s}$$

【0 0 5 7】

以上のように、図8（a）、（b）、図9（a）、（b）に示すサブルーチンのフローに従えば、時刻 T 撮影領域を左右上下に水平および垂直終端位置まで移動させることができとなる。なお、あらかじめ定めるパン速度 V_P_CONST およびチルト速度 V_T_CONST および撮影間隔 T_S は、時刻 T 撮影領域水平サイズ L_{aH5405} および時刻 T 撮影領域垂直サイズ L_{aV5406} に対し、数21に示す関係にあるものとする。

【0 0 5 8】

【数 2 1】

$$La_H \geq V_{P_CONST} \times T_s \quad La_V \geq V_{T_CONST} \times T_s$$

【0 0 5 9】

図10に示すフローチャートは、上記図8（a）、（b）、図9（a）、（b）に示す

サブルーチンを用いて時刻T撮影領域を図6(a)の時刻T撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、周期T_{CYCLE}撮影領域5401内を撮影するメインルーチンを示すフローチャートである。まず、ステップC541において、図6(a)の現時刻T_{NOW}撮影領域5404のように、カメラの時刻T撮影範囲を周期T_{CYCLE}撮影領域5401の右下位置に移動させる。つぎにステップ5542およびステップ5543において、水平終端位置を位置H1(5421)として、図8(b)に示すサブルーチンを用いて位置H1(5421)までカメラを右パン動作させる。つぎにステップ5544およびステップ5545において、垂直終端位置を位置V1(5431)として、図9(a)に示すサブルーチンを用いて位置V1(5431)までカメラを上チルト動作させる。つぎにステップ5546およびステップ5547において、水平終端位置を位置H2(5422)として、図8(a)に示すサブルーチンを用いて位置H2(5422)までカメラを左パン動作させる。つぎにステップ5548およびステップ5549において、垂直終端位置を位置V2(5432)として、図9(a)に示すサブルーチンを用いて位置V2(5432)までカメラを上チルト動作させる。つぎにステップ5550およびステップ5551において、水平終端位置を位置H3(5423)として、図8(b)に示すサブルーチンを用いて位置H3(5423)までカメラを右パン動作させ、ステップ541に戻る。このフローによれば、時刻T撮影領域を図6(a)の時刻T撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、周期T_{CYCLE}撮影領域5401内を撮影することができる。

【0060】

なお、図10には、時刻T撮影領域を図6(a)の時刻T撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、周期T_{CYCLE}撮影領域5401内を撮影するフローを示したが、時刻T撮影領域を図6(b)の時刻T撮影領域移動経路5409に沿って移動させ、または、時刻T撮影領域を図7の時刻T撮影領域移動経路5409に沿って移動させ周期T_{CYCLE}撮影領域5401内を撮影する場合には、水平および垂直終端位置の設定および図8(a)、(b)、図9(a)、(b)に示すサブルーチンの呼び出し順番を入れ変えることで撮影可能であることは自明であるので、説明を省略する。

【0061】

また、水平終端位置に設定する位置H1(5421)から位置H3、および、垂直終端位置に設定する位置V1(5431)から位置V4(5434)はそれぞれ、周期T_{CYCLE}撮影領域水平サイズL_{bH}5402、周期T_{CYCLE}撮影領域垂直サイズL_{bV}5403、時刻T撮影領域水平サイズL_{aH}5405、時刻T撮影領域垂直サイズL_{aV}5406の関係より算出可能である。たとえば、周期T_{CYCLE}撮影領域垂直サイズL_{bV}5403が時刻T撮影領域垂直サイズL_{aV}5406の2.8倍である場合、図6(a)の位置V1(5431)は撮影領域垂直サイズL_{aV}(5406)の2倍の大きさ、図6(a)の位置V2(5432)は撮影領域垂直サイズL_{aV}5406の2.8倍の大きさとすればよく、図6(a)の位置V2(5432)は撮影領域垂直サイズL_{aV}5406の3倍の大きさであってもよい。図6(a)の位置V2(5432)を撮影領域垂直サイズL_{aV}5406の3倍の大きさとした場合、時刻T撮影領域は周期T_{CYCLE}撮影領域5401をはみ出すことになるが、周期T_{CYCLE}撮影領域5401内はすべて撮影されるので、特に問題はない。

【0062】

また、周期T_{CYCLE}撮影領域水平サイズL_{bH}5402、周期T_{CYCLE}撮影領域垂直サイズL_{bV}5403、時刻T撮影領域水平サイズL_{aH}5405、時刻T撮影領域垂直サイズL_{aV}5406は、前記したカメラの撮影領域位置の算出方法を用い、パン角θ_P、チルト角θ_T、ロール角θ_R、水平画角θ_Hおよび垂直画角θ_Vなどから算出した周期T_{CYCLE}撮影領域および時刻T撮影領域の4隅の位置をもとに算出することが可能である。

【0063】

また、図6(a)、(b)及び図7に、3例の時刻T撮影領域移動経路5409を示したが、時刻T撮影領域移動経路5409はこれのみ限るものではない。できることなら一筆書きで、周期T_{CYCLE}撮影領域5401内をまんべんなく撮影する経路ならよい。

【0064】

また、時刻T撮影領域移動経路5409は、周期T_{CYCLE}撮影領域水平サイズL_{bH}5402、周期T_{CYCLE}撮影領域垂直サイズL_{bV}5403、時刻T撮影領域水平サイズL_{aH}5405、時刻T撮影領域垂直サイズL_{aV}5406の大きさにより、図6(a)、(b)及び図7などに示す時刻T撮影領域移動経路5409を選択してもよい。

【0065】

(撮影領域の形状)

つぎに、時刻T撮影領域および周期T_{CYCLE}撮影領域の形状について説明する。図11は、時刻T撮影領域の形状を説明する図である。図11において、5301はレンズ、5302は撮像面、5303はカメラ、5313はZ_C軸、5321はX_W軸、5322はY_W軸、5323はZ_W軸、5332は時刻T撮影領域であり、これらは図5と同様である。5601は時刻T撮影領域5332に内接し、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形、5610から5613はそれぞれ、X_W軸5321における時刻T撮影領域5332の4隅の位置である、位置X1から位置X4、5620から5623はそれぞれ、Y_W軸5322における時刻T撮影領域5332の4隅の位置である、位置Y1から位置Y4である。

【0066】

本実施の形態では、説明を簡単にするために、時刻T撮影領域および周期T_{CYCLE}撮影領域はX_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形としている。しかし図11に示すように、カメラ5303の時刻T撮影領域5332は、カメラ5303の撮影方向を示すZ_C軸5313とZ_W軸5323が平行でない場合、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行でない辺からなる矩形の領域となる。このような場合、時刻T撮影領域内接四角形5601に示すような、時刻T撮影領域5332に内接し、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形を時刻T撮影領域とする。時刻T撮影領域内接四角形5601の4隅の位置は、図11に示すように、X_W軸5321における時刻T撮影領域5332の4隅の位置である位置X1(5620)から位置X3(5623)、Y_W軸5322における時刻T撮影領域5332の4隅の位置である位置Y1(5630)から位置Y3(5633)それぞれの大小関係によって求めることができる。位置X1(5620)から位置X3(5623)の内の2番目および3番目に大きな位置、位置Y1(5630)から位置Y3(5633)の内の2番目および3番目に大きな位置が、時刻T撮影領域内接四角形5601の4隅の位置である。なお、時刻T撮影領域内接四角形5601は、上記のような求め方の四角形でなくても、時刻T撮影領域5332に内接し、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形であればよい。また、位置X1(5620)から位置X3(5623)、および、位置Y1(5630)から位置Y3(5633)は、前記したカメラの撮影領域位置の算出方法を用い、パン角θ_P、チルト角θ_T、ロール角θ_R、水平画角θ_Hおよび垂直画角θ_Vなどから算出することが可能である。

【0067】

図12は、周期T_{CYCLE}撮影領域の形状を説明する図である。図12において、5321はX_W軸、5322はY_W軸、5332は時刻T撮影領域であり、これらは図5と同様である。5630は周期T_{CYCLE}撮影領域、5631は周期T_{CYCLE}撮影領域5630に内接し、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形、5640から5643はそれぞれ、X_W軸5321における周期T_{CYCLE}撮影領域5630の4隅の位置である、位置X4から位置X7、5650から5653はそれぞれ、Y_W軸5322における周期T_{CYCLE}撮影領域5630の4隅の位置である、位置Y4から位置Y7である。図12に示すように、時刻T撮影領域5332と同様に、周期T_{CYCLE}撮影領域5630も、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行でない辺からなる矩形の領域となることがある。このような場合、周期T_{CYCLE}撮影領域内接四角形5631に示すような、周期T_{CYCLE}撮影領域5630に内接し、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形を周期T_{CYCLE}撮影領域とする。

【0068】

周期T_{CYCLE}撮影領域内接四角形5631の4隅の位置は、図12に示すように、X_W軸5321における周期T_{CYCLE}撮影領域5630の4隅の位置である位置X4(5640)から位置X7(5643)、Y_W軸5322における周期T_{CYCLE}撮影領域5630の4隅の位置である位置Y4(5650)から位置Y7(5653)それぞれの大小関係によって求めることができる。位置X4(5640)から位置X7(5643)の内の2番目および3番目に大きな位置、位置Y4(5650)から位置Y7(5653)の内の2番目および3番目に大きな位置が、周期T_{CYCLE}撮影領域内接四角形5631の4隅の位置である。なお、周期T_{CYCLE}撮影領域内接四角形5631は、上記のような求め方の四角形でなくても、周期T_{CYCLE}撮影領域5630に内接し、X_W軸5321およびY_W軸5322に平行な辺からなる四角形であればよい。また、位置X4(5640)から位置X7(5643)、および、位置Y4(5650)から位置Y7(5653)は、前記したカメラの撮影領域位置の算出方法を用い、パン角θ_P、チルト角θ_T、ロール角θ_R、水平画角θ_Hおよび垂直画角θ_Vなどから算出することが可能である。

【0069】

(隣接する撮影領域)

つぎに、隣接する撮影領域について説明する。隣接する撮影領域とは、当該撮影領域に対し上下左右などの各方向に最も近い他撮影領域のことである。当該撮影領域に対し隣接する撮影領域を求めるため手順を以下に説明する。

【0070】

まず、当該撮影領域に対し他撮影領域がどの方向に存在するかを判定する。この判定のために、図13に示す判定方法を利用する。図13は領域判定方法を説明する図である。図13において、5701は座標(X_A, Y_A)に存在する点A、5702は座標(X_B, Y_B)に存在する点B、5703は点A5701および点B5702を通る直線AB、5704は直線AB5703により分割される図面右上の領域A、5705は直線AB5703により分割される図面右上の領域Bである。図13において、座標(X_Z, Y_Z)に存在するある点Zが領域A5704に存在するのであれば、数22が成り立つ。また、点Zが領域B5705存在するのであれば、数23が成り立つ（なお、点Zが直線AB5703上に存在する場合は領域B5705存在するとしている）。両式を評価すれば点Zが領域A5704または領域B5705のどちらに存在するか判定できる。

【0071】

そこで上記方法を利用し、他撮影領域の重心点（撮影領域の各頂点位置の平均値）を上記点Zとし、当該撮影領域に対しどの方向にあるかを判定する。図14(a)、(b)、(c)及び(d)は、当該撮影領域に対し他撮影領域がどの方向に存在するかを判定する方法を説明する図である。図14において、5801は周期T_{CYCLE}撮影領域であり、当該撮影領域に該当する。5802は座標(X_A, Y_A)に存在する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の1つ目の頂点A、5803は座標(X_B, Y_B)に存在する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の2つ目の頂点B、5804は座標(X_C, Y_C)に存在する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の3つ目の頂点C、5805は座標(X_D, Y_D)に存在する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の4つ目の頂点D、5806は当該撮影領域に該当する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の上方向の領域A、5807は当該撮影領域に該当する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の右方向の領域B、5808は当該撮影領域に該当する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の下方向の領域C、5809は当該撮影領域に該当する周期T_{CYCLE}撮影領域5801の左方向の領域Dである。

【0072】

【数22】

$$(Y_Z - Y_A) < \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)} (X_Z - X_A)$$

【数 2 3】

$$(Y_z - Y_A) \geq \frac{(Y_B - Y_A)}{(X_B - X_A)}(X_z - X_A)$$

【0 0 7 3】

図 1 3 に示す判定方法を用いれば、図 1 4 (a) において、数 2 2 および数 2 4 が成り立てば、他撮影領域の重心点である点乙は領域 A 5 8 0 6 に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の上方向に存在すると判定する。また、数 2 2 および数 2 5 が成り立てば、他撮影領域の重心点である点乙は領域 B 5 8 0 7 に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の右方向に存在すると判定する。また、数 2 3 および数 2 5 が成り立てば、他撮影領域の重心点である点乙は領域 C 5 8 0 8 に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の下方向に存在すると判定する。最後に、数 2 3 および数 2 4 が成り立てば、他撮影領域の重心点である点乙は領域 D 5 8 0 9 に存在し、同他撮影領域は当該撮影領域の左方向に存在すると判定する。

【0 0 7 4】

【数 2 4】

$$(Y_z - Y_c) < \frac{(Y_D - Y_c)}{(X_D - X_c)}(X_z - X_c)$$

【数 2 5】

$$(Y_z - Y_c) \geq \frac{(Y_D - Y_c)}{(X_D - X_c)}(X_z - X_c)$$

【0 0 7 5】

つぎに、方向毎に最も距離が近い他撮影領域を同方向に対する隣接撮影領域とする。上記手順で判定し存在するある方向の他撮影領域が 1 つであれば、それを同方向に対する隣接撮影領域とし、複数であれば、他撮影領域の重心点から当該撮影領域の重心点までの距離が最も小さい他撮影領域を隣接撮影領域とする。

【0 0 7 6】

以上で、当該撮影領域に対し隣接する撮影領域を求める手順の説明を終える。以上の手順では、判定に用いる点乙を他撮影領域の重心点として説明したが、点乙は他撮影領域の視点であってもよい。同様に、他撮影領域の重心点から当該撮影領域の重心点までの距離は、他撮影領域の視点から当該撮影領域の視点までの距離であってもよい。

【0 0 7 7】

また、上記手順の説明は、図 1 4 (a) に示すように領域を上下左右に分け、それぞれの隣接撮影領域を求める手順を示したが、図 1 4 (b) に示すように、周期 T CYCLE 撮影領域 5 8 0 1 の各頂点を通る直線（図 1 4 においては破線で図示）により領域を上下左右、左上、右上、右下、左下に分けても、それぞれの隣接撮影領域を求ることは可能であることは言うまでもない。さらに、上記手順の説明は、図 1 4 (a) に示すように周期 T CYCLE 撮影領域 5 8 0 1 を平面としたが、図 1 4 (c) 及び (d) に示すように、周期 T CYCLE 撮影領域 5 8 0 1 を立体としても、同様に、隣接撮影領域を求ることは可能であることは言うまでもない。

【0 0 7 8】

(領域分割)

最後に、領域分割の手法について説明する。図 1 5 (a)、(b)、(c)、図 1 6 (a)、(b) は、領域分割の手法を説明する図である。図 1 5 及び図 1 6 において、5 9 0 1 から 5 9 0 3 はそれぞれ、カメラ A からカメラ C、5 9 0 4 はカメラ A 5 9 0 1 から

カメラ C 5 9 0 3 によって撮影する対象領域である撮影対象領域、5 9 1 1 から 5 9 1 3 はそれぞれ、カメラ A 5 9 0 1 からカメラ C 5 9 0 3 の視点、5 9 2 1 はカメラ A 5 9 0 1 の視点である視点 A 5 9 1 1 とカメラ B 5 9 0 2 の視点である視点 B 5 9 1 2 を結ぶ線分に対する垂直二等分線である線 A B 、5 9 2 2 はカメラ B 5 9 0 2 の視点である視点 B 5 9 1 2 とカメラ C 5 9 0 3 の視点である視点 C 5 9 1 3 を結ぶ線分に対する垂直二等分線である線 B C 、5 9 2 3 はカメラ A 5 9 0 1 の視点である視点 A 5 9 1 1 とカメラ C 5 9 0 3 の視点である視点 C 5 9 1 3 を結ぶ線分に対する垂直二等分線である線 A C 、5 9 3 1 から 5 9 3 3 はそれぞれ、線 A B 5 9 3 1 および線 B C 5 9 3 2 および線 A C 5 9 3 3 によって分割される領域 A から領域 C である。

【0 0 7 9】

まず、図 1 5 (b) 、(c) 及び図 1 6 (a) に示すように、カメラ A 5 9 0 1 からカメラ C 5 9 0 3 のそれぞれの視点 A 5 9 1 1 から視点 C 5 9 1 3 を結ぶ線分に対する垂直二等分線、線 A B 5 9 3 1 および線 B C 5 9 3 2 および線 A C 5 9 3 3 をもとめる。これら垂直二等分線は、例えは、それぞれの視点が座標 (X_A, Y_A) および座標 (X_B, Y_B) に存在するとすれば、数 2 6 によってもとめられる。そして、自カメラの視線と各他カメラの視線を結ぶ線分に対する垂直二等分線と、撮影対象領域の各辺によって囲まれる領域を自身に分割される領域とする。このため、カメラ A 5 9 0 1 においては、図 1 5 (b) に示すように、線 A B 5 9 3 1 および線 A C 5 9 3 3 と撮影対象領域の各辺によって囲まれる領域である領域 A 5 9 3 1 がカメラ A 5 9 0 1 に分割される領域となる。同様に、カメラ B 5 9 0 2 においては、図 1 5 (c) に示すように、領域 B 5 9 3 2 がカメラ B 5 9 0 2 に分割される領域、カメラ C 5 9 0 3 においては、図 1 6 (a) に示すように、領域 C 5 9 3 3 がカメラ C 5 9 0 3 に分割される領域となる。この結果、図 1 6 (b) に示すように、撮影対象領域 5 9 0 4 が、各カメラそれぞれに対し、領域 A 5 9 3 1 から領域 C 5 9 3 3 に分割される。

【0 0 8 0】

【数 2 6】

$$Y = -\frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} \left(X - \frac{X_A + X_B}{2} \right) + \frac{Y_A + Y_B}{2}$$

【0 0 8 1】

なお、上記領域分割手法では、各カメラの視点をもとに垂直二等分線を引くことにより領域を分割したが、各カメラの撮影領域の位置の重心点を用いても同様の分割ができるることは言うまでもない。

【0 0 8 2】

以上、カメラの撮影領域、検出対象と周期 T_{CYCLE} 撮影領域の関係、カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の大きさ、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するカメラの画角およびパンおよびチルト、カメラの撮影領域位置、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法、撮影領域の形状、隣接する撮影領域、領域分割について説明した。これを前提とし、以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0 0 8 3】

(実施の形態 1)

まず、本発明の実施の形態 1 について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整される撮影領域調整装置に関し、図 1 7 から図 2 2 を用いて説明する。

【0 0 8 4】

まず、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図 1 7 (a) は、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成プロック図である。この撮影領域調整装置は、カメラ端末 A 1 0 1 A ～ カメラ端末 C 1 0 1 C 、操作端末 1 0 2 、及び、各

カメラ端末A101A～C101Cおよび操作端末102間の通信時に利用されるネットワーク103から構成される。なお、図17において、領域や同領域の位置を表現するために、お互い直交するX_W軸110、Y_W軸111、およびZ_W軸112を定める。113は各カメラ端末101A～101Cが存在する実空間上の面、例えば各カメラ端末101A～101Cが天井から下向きに設定させている場合は、床などの面であり、本実施の形態においては、Z_W軸112=0の面とし、各種領域および同領域の位置はこの面を用いて表現する。実空間面113上において、周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aはカメラ端末A101Aが周期T_{A CYCLE}に周期的に撮影する領域、周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bはカメラ端末B101Bが周期T_{B CYCLE}に周期的に撮影する領域、周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cはカメラ端末C101Cが周期T_{C CYCLE}に周期的に撮影する領域、撮影対象領域121は本発明における撮影を対象とする領域、撮影対象外領域122は撮影対象領域121以外の領域である。

【0085】

図17(b)は、図17(a)に示した本実施の形態における撮影領域調整装置の実空間面113上における、各撮影領域位置を詳細に示す図である。図17(b)において、X_W軸110、Y_W軸111、周期T_{A CYCLE}撮影領域120A、周期T_{B CYCLE}撮影領域120B、周期T_{C CYCLE}撮影領域120C、撮影対象領域121および撮影対象外領域122は、図17(a)と同様である。

【0086】

130AL、130AR、130AUおよび130ABはそれぞれ、周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aの左端X_{AL}、右端X_{AR}、上端Y_{AU}および下端Y_{AB}位置である。つまり、周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aは、X_{AL}130AL、X_{AR}130AR、Y_{AU}130AUおよびY_{AB}130ABに囲まれた領域であり、これらを用いて周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aの位置を表現する。130BL、130BR、130BUおよび130BBはそれぞれ、周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bの左端X_{BL}、右端X_{BR}、上端Y_{BU}および下端Y_{BB}位置である。つまり、周期T_{B CYCLE}撮影領域120Aは、X_{BL}130BL、X_{BR}130BR、Y_{BU}130BUおよびY_{BB}130BBに囲まれた領域であり、これらを用いて周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bの位置を表現する。130CL、130CR、130CUおよび130CBはそれぞれ、周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cの左端X_{CL}、右端X_{CR}、上端Y_{CU}および下端Y_{CB}位置である。つまり、周期T_{C CYCLE}撮影領域120Aは、X_{CL}130CL、X_{CR}130CR、Y_{CU}130CUおよびY_{CB}130CBに囲まれた領域であり、これらを用いて周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cの位置を表現する。131TL、131TR、131TUおよび131TBはそれぞれ、撮影対象領域121の左端X_{TL}、右端X_{TR}、上端Y_{TU}および下端Y_{TB}位置である。つまり、撮影対象領域121は、X_{TL}131TL、X_{TR}131TR、Y_{TU}131TUおよびY_{TB}131TBに囲まれた領域であり、撮影対象外領域122は、X_{TL}131TL、X_{TR}131TR、Y_{TU}131TUおよびY_{TB}131TBに囲まれた領域以外の領域であり、これらを用いて撮影対象領域121および撮影対象外領域122の位置を表現する。

【0087】

また、周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aおよび周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bが重複する、X_{BL}130BL、X_{AR}130AR、Y_{BU}130BUおよびY_{AB}130ABに囲まれる領域は、カメラ端末A101Aおよびカメラ端末B101Bがそれぞれ重複して撮影する領域であり、同領域を撮影重複領域ABとする。同領域のX_W軸110方向の大きさはX_{AR}−X_{BL}である。周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bおよび周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cが重複する、X_{CL}130CL、X_{BR}130BR、Y_{CU}130CUおよびY_{BB}130BBに囲まれる領域は、カメラ端末B101Bおよびカメラ端末C101Cがそれぞれ重複して撮影する領域であり、同領域を撮影重複領域BCとする。同領域のX_W軸110方向の大きさはX_{BR}−X_{CL}である。撮影対象外領域122と周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aが重複する領域において、X_{AL}130AL、X_{TL}131TL、Y_{AU}130AUおよびY_{AB}130ABに囲まれる領域を、撮影対象外重複領域ALとする。同領域のX_W軸110方向の

大きさは $X_{TL} - X_{AL}$ である。撮影対象外領域122と周期TCCYCLE撮影領域120Cが重複する領域において、 $X_{TR}131TR$ 、 $X_{CR}130CR$ 、 $Y_{CU}130CU$ および $Y_{CB}130CB$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域CRとする。同領域の X_W 軸110方向の大きさは $X_{CR} - X_{TR}$ である。撮影対象外領域122と周期TACYCLE撮影領域120Aが重複する領域において、 $X_{AL}130AL$ 、 $X_{AR}130AR$ 、 $Y_{AU}130AU$ および $Y_{TU}131TU$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域AUとする。同領域の Y_W 軸111方向の大きさは $Y_{TU} - Y_{AU}$ である。撮影対象外領域122と周期TACYCLE撮影領域120Aが重複する領域において、 $X_{AL}130AL$ 、 $X_{AR}130AR$ 、 $Y_{TB}131TB$ および $Y_{AB}130AB$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域ABとする。同領域の Y_W 軸111方向の大きさは $Y_{AB} - Y_{TB}$ である。撮影対象外領域122と周期TB CYCLE撮影領域120Bが重複する領域において、 $X_{BL}130BL$ 、 $X_{BR}130BR$ 、 $Y_{BU}130BU$ および $Y_{TU}131TU$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域BUとする。同領域の Y_W 軸111方向の大きさは $Y_{TU} - Y_{BU}$ である。撮影対象外領域122と周期TB CYCLE撮影領域120Bが重複する領域において、 $X_{BL}130BL$ 、 $X_{BR}130BR$ 、 $Y_{TB}131TB$ および $Y_{BB}130BB$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域BBとする。同領域の Y_W 軸111方向の大きさは $Y_{BB} - Y_{TB}$ である。撮影対象外領域122と周期TCCYCLE撮影領域120Cが重複する領域において、 $X_{CL}130CL$ 、 $X_{CR}130CR$ 、 $Y_{CU}130CU$ および $Y_{TU}131TU$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域CUとする。同領域の Y_W 軸111方向の大きさは $X_{TU} - X_{CU}$ である。撮影対象外領域122と周期TCCYCLE撮影領域120Cが重複する領域において、 $X_{CL}130CL$ 、 $X_{CR}130CR$ 、 $Y_{TB}131TB$ および $Y_{CB}130CB$ に囲まれる領域を、撮影対象外重複領域CBとする。同領域の Y_W 軸111方向の大きさは $X_{CB} - X_{TB}$ である。

【0088】

図18は、図17(a)における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図である。カメラ端末101A～101Cは、カメラ201、カメラ201の撮影領域位置を調整する処理部である調整部A202、ネットワーク103を介してカメラ201の撮影領域位置を通信する通信部203を備える。レンズ211は、像を結像させるレンズであり、撮像面212はレンズ211で結像した像を撮影するCCDなどの撮像面、画像処理部213は撮像面212で撮影した画像を処理する処理部、姿勢制御部214はレンズ211および撮像面212の姿勢、および、レンズ211と撮像面212の間隔を制御する処理部、周期撮影制御部215は姿勢制御部214に周期的な姿勢制御信号を送ることにより、カメラ201が周期TCYCLEに周期TCYCLE撮影領域を撮影するように制御する処理部である。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。なお、姿勢制御部214が行う、レンズ211および撮像面212の姿勢の制御とは、一般的にパンやチルトと呼ばれる制御であり、レンズ211および撮像面212は連動して、ある点または軸を中心に回転される。また、姿勢制御部214が行う、レンズ211および撮像面212の間隔の制御とは、一般的にズームと呼ばれる制御であり、レンズ211および撮像面212の間隔が増減することにより、カメラ201の画角が調整される。

【0089】

図19は、図17(b)における操作端末102の構成ブロック図である。操作端末102は、撮影対象領域121の位置である $X_{TL}131TL$ 、 $X_{TR}131TR$ 、 $Y_{TU}131TU$ および $Y_{TB}131TB$ を入力する入力部301、入力部301から入力した撮影対象領域121の位置を記憶する記憶部302、図18における通信部203と同様の通信部であって、ネットワーク103を介して記憶部302に記録された撮影対象領域121の位置を通信する通信部203を備える。なお、予め記憶部302に撮影対象領域121の位置が記録されているのであれば、入力部301は必要としない。

【0090】

つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。各カメラ端末101A～101Cの構成要素であるカメラ201は、図18に示す内部構成をもつ。カメラ

201では、レンズ211により結像した像を撮像面212で画像信号に変換し、画像処理部213において一般的な画像処理技術や画像認識技術などにより、同画像信号から検出対象の検出や情報抽出が行う。このようにカメラ201は実空間に対しレンズ211および撮像面212の姿勢およびそれとの間隔により決定する自身の時刻T撮影領域を検出領域とした、検出対象の検出や情報抽出などの検出動作を行う。なお、上記した一般的な画像処理技術や画像認識技術としては広く知られている背景差分法や動差分法などが挙げられる。また、後述するが、カメラ201は周期撮影制御部215により、周期 T_{CYCLE} に周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影する。このため、カメラ201は実空間に対し周期撮影制御部215により決定する自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域を検出領域とした、検出対象の検出や情報抽出などの検出動作を行うことになる。検出した検出対象の情報は通信部203に送られる。

【0091】

更に、カメラ201では、姿勢制御部214が、レンズ211および撮像面212の姿勢、または、レンズ211および撮像面212の間隔を制御することにより、カメラ201の時刻T撮影領域の位置を、周期撮影制御部215が指示する姿勢制御信号により時刻T撮影領域の位置に移動させる。また、姿勢制御部214は、時刻Tのレンズ211および撮像面212の姿勢または間隔から決定するカメラ201の時刻T撮影領域の位置情報を取得するとともに、それを周期撮影制御部215に送る。このように、カメラ201の時刻T撮影領域の位置は周期撮影制御部215により制御されると共に、時刻Tにおけるカメラ201の時刻T撮影領域の位置情報は周期撮影制御部215に送られる。なお、時刻Tにおけるレンズ211および撮像面212の姿勢または間隔から決定するカメラ201の時刻T撮影領域の位置を算出する方法については、前記、カメラの撮影領域位置において説明した。また、レンズ211および撮像面212の姿勢および間隔は、例えはステッピングモーターなどを用いれば変化させることができあり、また、その時刻Tにおける姿勢および間隔も読み取り可能である。

【0092】

周期撮影制御部215は、前記、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法に説明した方法にもとづき、姿勢制御部214から送られる時刻T撮影領域の位置情報、および、調整部A202から指示される周期 T_{CYCLE} カメラパン角 Θ_{bP} や周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 Θ_{bT} とともに、姿勢制御部214にパン速度 V_P およびチルト速度 V_T などの姿勢制御信号を送ることにより、カメラ201の時刻T撮影領域の位置を制御し、カメラ201を、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影する周期 T_{CYCLE} カメラとして動作させる。なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法に説明したように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するには、調整部A202から指示される周期 T_{CYCLE} カメラパン角 Θ_{bP} や周期 T_{CYCLE} カメラチルト角 Θ_{bT} のほかに、周期 T_{CYCLE} 撮影領域を撮影するには、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影位置の算出に必要な周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{bH} および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{bV} 、時刻T撮影領域位置の算出に必要な時刻Tカメラ水平画角 Θ_{aH} および時刻Tカメラ垂直画角 Θ_{aV} 、パン速度 V_{P_CONST} 、チルト速度 V_{T_CONST} 、撮影間隔 T_S が必要である。本実施の形態では、これら値はあらかじめ決定された固定値とし、たとえば、これらの値は記憶手段などに記録されているものとして、これらの値は周期撮影制御部215に送られているものとする。なお、これらの値は、操作端末102から指示されてもよい。また、周期撮影制御部215は、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を調整部A202に送る。なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置を算出する方法については、前記、カメラの撮影領域位置において説明した。

【0093】

調整部A202は、周期撮影制御部215から送られたカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を通信部203およびネットワーク103を介して、周期的に他カメラ端末の調整部A202に送信する。また、調整部A202は、他カメラ端末の調整部A202から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を受信する。更に、操作端末102の通信部203は撮影対象領域121の位

置情報を、ネットワーク103を介して、各カメラ端末101A～101Cの調整部A202に周期的に送信する。

【0094】

このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、調整部A202は、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期T_{CYCLE}撮影領域の位置情報および撮影対象領域121の位置情報を周期的に取得することになり、本実施の形態においては、各調整部A202は、カメラ端末101Aの周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aの位置であるX_{AL}130AL、X_{AR}130AR、Y_{AU}130AUおよびY_{AB}130AB、カメラ端末101Bの周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bの位置であるX_{BL}130BL、X_{BR}130BR、Y_{BU}130BUおよびY_{BB}130BB、カメラ端末101Cの周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cの位置であるX_{CL}130CL、X_{CR}130CR、Y_{CU}130CUおよびY_{CB}130CB、撮影対象領域121の位置であるX_{TL}131TL、X_{TR}131TR、Y_{TU}131TUおよびY_{TB}131TBを通信部203およびネットワーク103を介して周期的に取得する。

【0095】

更に、調整部A202は取得した上記周期T_{CYCLE}撮影領域の位置情報および撮影対象領域121の位置情報（撮影対象外領域122の位置情報でもある）をもとに、図20に示す以下のステップの処理を行う。

【0096】

まずステップ401において、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域位置を示す情報より、自カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域に隣接する他カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域または撮影対象外領域122を選択する。自カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域に隣接する他カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の選択方法は隣接する撮影領域において説明した。もし、隣接する撮影領域において説明した選択方法において、隣接する撮影領域が存在しない場合は、隣接する撮影対象領域を撮影対象外領域122とする。このため、カメラ端末A101Aにおいては、左隣および上隣および下隣として撮影対象外領域122、右隣として周期T_{B CYCLE}撮影領域120B、カメラ端末B101Bにおいては、左隣として周期T_{A CYCLE}撮影領域120A、上隣および下隣として撮影対象外領域122、右隣として周期T_{C CYCLE}撮影領域120C、カメラ端末C101Cにおいては、左隣として周期T_{B CYCLE}撮影領域120B、上隣および下隣および右隣として撮影対象外領域122が選択される。

【0097】

つぎにステップ402において、ステップ401で選択した撮影領域と自カメラ端末の撮影領域が重複した領域である重複領域の大きさを示す量を算出する。この算出方法は、図17（b）に示すとおり、選択した撮影領域位置および自カメラ端末の撮影領域位置の大小関係により簡単に算出可能である。このため、カメラ端末A101Aにおいては、左隣の重複領域である撮影対象外重複領域ALの大きさを示す量X_{TL}−X_{AL}、右隣の重複領域である撮影重複領域ABの大きさを示す量X_{AR}−X_{BL}、上隣の重複領域である撮影対象外重複領域AUの大きさを示す量Y_{TU}−Y_{AU}、下隣の重複領域である撮影対象外重複領域ABの大きさを示す量Y_{AB}−Y_{TB}、カメラ端末B101Bにおいては、左隣の重複領域である撮影重複領域ABの大きさを示す量X_{AR}−X_{BL}、右隣の重複領域である撮影重複領域BCの大きさを示す量X_{BR}−X_{CL}、上隣の重複領域である撮影対象外重複領域BUの大きさを示す量Y_{TU}−Y_{BU}、下隣の重複領域である撮影対象外重複領域BBの大きさを示す量Y_{BB}−Y_{TB}、カメラ端末C101Cにおいては、左隣の重複領域である撮影重複領域BCの大きさを示す量X_{BR}−X_{CL}、右隣の重複領域である撮影対象外重複領域CRの大きさを示す量X_{CR}−X_{TR}、上隣の重複領域である撮影対象外重複領域CRの大きさを示す量Y_{TU}−Y_{CU}、下隣の重複領域である撮影対象外重複領域CBの大きさを示す量Y_{CB}−Y_{TB}が算出される。

【0098】

つぎにステップ403、ステップ402で算出した重複領域の大きさを示す量を、一定

の量 C に近づくように自カメラ端末の撮影領域位置を調整する。この調整方法を以下に説明する。まず、重複領域の大きさを示す量と 0 または 0 以上の一定量 C との差を示す量として関数 FA_A() を定める。本実施の形態では、数 2 7 から数 2 9 に示すものを同関数とする。

【0 0 9 9】

【数 2 7】

$$FA_{AL}(X_{AL}) = (X_{TL} - X_{AL} - C)^2 \quad FA_{AR}(X_{AR}) = (X_{AR} - X_{BL} - C)^2 \\ FA_{AU}(Y_{AU}) = (Y_{TU} - Y_{AU} - C)^2 \quad FA_{AB}(Y_{AB}) = (Y_{AB} - Y_{TB} - C)^2$$

【数 2 8】

$$FA_{BL}(X_{BL}) = (X_{AR} - X_{BL} - C)^2 \quad FA_{BR}(X_{BR}) = (X_{BR} - X_{CL} - C)^2 \\ FA_{BU}(Y_{BU}) = (Y_{TU} - Y_{BU} - C)^2 \quad FA_{BB}(Y_{BB}) = (Y_{BB} - Y_{TB} - C)^2$$

【数 2 9】

$$FA_{CL}(X_{CL}) = (X_{BR} - X_{CL} - C)^2 \quad FA_{CR}(X_{CR}) = (X_{CR} - X_{TR} - C)^2 \\ FA_{CU}(Y_{CU}) = (Y_{TU} - Y_{CU} - C)^2 \quad FA_{CB}(Y_{CB}) = (Y_{CB} - Y_{TB} - C)^2$$

【0 1 0 0】

数 2 7 から数 2 9 はそれぞれ、カメラ端末 A 1 0 1 A からカメラ端末 C 1 0 1 C に対するものであり、重複領域の大きさを示す量と一定量 C との差の 2 乗値を、それぞれの差を示す量としている。つぎに、数 3 0 から数 3 2 に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の次回の撮影領域位置を算出する。

【0 1 0 1】

【数 3 0】

$$X'_{AL} = X_{AL} - \alpha \frac{\partial FA_{AL}(X_{AL})}{\partial X_{AL}} \quad X'_{AR} = X_{AR} - \alpha \frac{\partial FA_{AR}(X_{AR})}{\partial X_{AR}} \\ Y'_{AU} = Y_{AU} - \alpha \frac{\partial FA_{AU}(Y_{AU})}{\partial Y_{AU}} \quad Y'_{AB} = Y_{AB} - \alpha \frac{\partial FA_{AB}(Y_{AB})}{\partial Y_{AB}}$$

【数 3 1】

$$X'_{BL} = X_{BL} - \alpha \frac{\partial FA_{BL}(X_{BL})}{\partial X_{BL}} \quad X'_{BR} = X_{BR} - \alpha \frac{\partial FA_{BR}(X_{BR})}{\partial X_{BR}} \\ Y'_{BU} = Y_{BU} - \alpha \frac{\partial FA_{BU}(Y_{BU})}{\partial Y_{BU}} \quad Y'_{BB} = Y_{BB} - \alpha \frac{\partial FA_{BB}(Y_{BB})}{\partial Y_{BB}}$$

【数 3 2】

$$X'_{CL} = X_{CL} - \alpha \frac{\partial FA_{CL}(X_{CL})}{\partial X_{CL}} \quad X'_{CR} = X_{CR} - \alpha \frac{\partial FA_{CR}(X_{CR})}{\partial X_{CR}} \\ Y'_{CU} = Y_{CU} - \alpha \frac{\partial FA_{CU}(Y_{CU})}{\partial Y_{CU}} \quad Y'_{CB} = Y_{CB} - \alpha \frac{\partial FA_{CB}(Y_{CB})}{\partial Y_{CB}}$$

【0 1 0 2】

数 3 0 から数 3 2 において、X'_{AL}、X'_{AR}、Y'_{AU}、Y'_{AB}、X'_{BL}、X'_{BR}、Y'_{BU}、Y'_{BB}、X'_{CL}、X'_{CR}、Y'_{CU}、Y'_{CB} はそれぞれ、次回の各カメラ端末の周期 TA CYCLE 撮影

領域 1 2 0 A から周期 T_{CYCLE}撮影領域 1 2 0 C の位置を示し、 α は定数である。最後に同周期 T_{CYCLE}撮影領域位置にそれぞれ、カメラ端末 A 1 0 1 A からカメラ端末 C 1 0 1 C の周期 T_{CYCLE}撮影領域位置を調整する。なお、上記手法では、カメラ端末 A 1 0 1 Aにおいては、周期 T_{A CYCLE}撮影領域 1 2 0 A の位置である X_{AL} 1 3 0 A L および X_{AR} 1 3 0 A R および X_{AU} 1 3 0 A U および X_{AB} 1 3 0 A B がそれぞれ独立に調整可能である必要がある。カメラ端末 B 1 0 1 B およびカメラ端末 C 1 0 1 C についても同様である。独立に調整することができない場合には、それぞれ独立に調整できない項目の関数 F_A () を線形に加算した関数を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。たとえば、本実施の形態におけるカメラ 2 0 1 では、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θb_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θb_V を固定値としたために、X_{AL} 1 3 0 A L および X_{AR} 1 3 0 A R は独立に調整は不可能であり、X_{AU} 1 3 0 A U および X_{AB} 1 3 0 A B もまた独立に調整は不可能であるが、このように、関数 G_() を数 3 3 から数 3 5 に示すものとし、数 3 6 から数 3 8 に示す最急降下法の式を用いれば上記調整と同様な調整が行えることができる。上記式において、 Θb_{PA} および Θb_{TA} 、 Θb_{PB} および Θb_{TB} 、 Θb_{PC} および Θb_{TC} それぞれ、各カメラ端末 A 1 0 1 A からカメラ端末 C 1 0 1 C の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角である。

【0 1 0 3】

【数 3 3】

$$FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) = FA_{AL}(X_{AL}) + FA_{AR}(X_{AR}) + FA_{AU}(Y_{AU}) + FA_{AB}(Y_{AB})$$

$$X_{AL} = G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \quad X_{AR} = G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})$$

$$Y_{AU} = G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) \quad Y_{AB} = G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})$$

$$FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) = FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) =$$

$$(X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - C)^2 + (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - X_{BL} - C)^2 +$$

$$(Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - C)^2 + (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - Y_{TB} - C)^2$$

【数 3 4】

$$FA_B(X_{BL}, X_{BR}, Y_{BU}, Y_{BB}) = FA_{BL}(X_{BL}) + FA_{BR}(X_{BR}) + FA_{BU}(Y_{BU}) + FA_{BB}(Y_{BB})$$

$$X_{BL} = G_{BL}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \quad X_{BR} = G_{BR}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})$$

$$Y_{BU} = G_{BU}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) \quad Y_{BB} = G_{BB}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})$$

$$FA_B(X_{BL}, X_{BR}, Y_{BU}, Y_{BB}) = FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) =$$

$$(X_{AR} - G_{BL}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - C)^2 + (G_{BR}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - X_{CL} - C)^2 +$$

$$(Y_{TU} - G_{BU}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - C)^2 + (G_{BB}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - Y_{TB} - C)^2$$

【数 3 5】

$$FA_C(X_{CL}, X_{CR}, Y_{CU}, Y_{CB}) = FA_{CL}(X_{CL}) + FA_{CR}(X_{CR}) + FA_{CU}(Y_{CU}) + FA_{CB}(Y_{CB})$$

$$X_{CL} = G_{CL}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \quad X_{CR} = G_{CR}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})$$

$$Y_{CU} = G_{CU}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) \quad Y_{CB} = G_{CB}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})$$

$$FA_C(X_{CL}, X_{CR}, Y_{CU}, Y_{CB}) = FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) =$$

$$(X_{BR} - G_{CL}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - C)^2 + (G_{CR}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - X_{TR} - C)^2 +$$

$$(Y_{TU} - G_{CU}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - C)^2 + (G_{CB}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - Y_{TB} - C)^2$$

【数 3 6】

$$\theta b_{PA} = \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{PA}} \quad \theta b_{TA} = \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{TA}}$$

【数 3 7】

$$\theta b_{PB} = \theta b_{PB} - \alpha \frac{\partial FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{PB}} \quad \theta b_{TB} = \theta b_{TB} - \alpha \frac{\partial FA_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{TB}}$$

【数 3 8】

$$\theta b_{PC} = \theta b_{PC} - \alpha \frac{\partial FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{PC}} \quad \theta b_{TC} = \theta b_{TC} - \alpha \frac{\partial FA_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{TC}}$$

【0 1 0 4】

調整部A 2 0 2はステップ4 0 1、ステップ4 0 2、ステップ4 0 3の処理を順次行い、ステップ4 0 3の処理終了後にステップ4 0 1の処理に戻る。そして、調整部A 2 0 2では、絶えずステップ4 0 1からステップ4 0 3の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期T_{CYCLE}カメラパン角θ b' PA（またはθ b' PBまたはθ b' PC）、および、周期T_{CYCLE}カメラチルト角θ b' TA（またはθ b' TBまたはθ b' TC）の更新値を周期撮影制御部2 1 5に送り、カメラ2 0 1の周期T_{CYCLE}撮影領域の位置を調整する。

【0 1 0 5】

本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ4 0 3において重複領域の大きさを示す量を0または0以上の一定量Cに近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次の周期T_{CYCLE}撮影領域位置を算出し、同次の周期T_{CYCLE}撮影領域位置にカメラ2 0 1の周期T_{CYCLE}撮影領域位置を調整するため、各カメラ端末A 1 0 1 Aからカメラ端末C 1 0 1 Cの周期T_{CYCLE}撮影領域である周期T_{A CYCLE}撮影領域1 2 0 Aおよび周期T_{B CYCLE}撮影領域1 2 0 Bおよび周期T_{C CYCLE}撮影領域1 2 0 Cおよび撮影対象外領域1 2 2はお互い、ステップ4 0 1からステップ4 0 3の処理を繰り返すことにより、0または0以上の一定量Cの大きさで重複することになる。図1 7に示すように、撮影対象外領域1 2 2を含め、各カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域がそれぞれ0または0以上の一定量Cの大きさで重複すれば、撮影対象領域1 2 1は各カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の和した領域に包括されるので、本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末A 1 0 1 Aからカメラ端末C 1 0 1 Cを用いて撮影対象領域1 2 1を死角なく撮影することができる。

【0 1 0 6】

また、調整部A 2 0 2が、ステップ4 0 1からステップ4 0 3の処理を繰り返すことにより、撮影対象領域1 2 1を死角なく撮影するという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ4 0 2およびステップ4 0 3の処理は、ステップ4 0 1において選択した自カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域に隣接する他カメラの周期T_{CYCLE}撮影領域および撮影対象外領域1 2 2に対して行われる。

【0 1 0 7】

このため、各時刻において自カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域に隣接する他カメラの周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または撮影対象外領域1 2 2の位置（撮影対象領域1 2 1の位置でもある）に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影対象領域1 2 1を死角なく撮影するという効果を得ることができる。上記周期T_{CYCLE}撮影領域または撮影対象領域1 2 1の位置に変化が生ずる場合としては、

- (1) カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域が意図的に変更される、
- (2) カメラ端末が新設される、

(3) 各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障する、

(4) 操作端末から送信する撮影対象領域の位置が変更される、

が挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態5および実施の形態6に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置や操作端末が送信する撮影対象領域位置が変化する、または、送信されない、新たな周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置が送信されたとしても、本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置または撮影対象領域位置の変化に応じ、各カメラ端末を用いて撮影対象領域を死角なく撮影することができる。

【0108】

なお、本実施の形態では、重複領域の大きさを示す量と0または0以上の一定量Cとの差を示す関数FA()を、数27から数29や数33から数35に示すように、重複領域の大きさを示す量と一定量Cとの差の2乗値としたが、図21に示すように、関数FA()を重複領域の大きさを示す量と一定量Cとの差の4乗値、6乗値、10乗値などのような差の偶数乗値や、関数FA()を重複領域の大きさを示す量と一定量Cとの差の絶対値としても、これら関数FA()は $X_{AL}-X_{TL}$ がCの時において最小値をもつために、ステップ403で行う最急降下法の効果により重複領域の大きさを示す量が一定量Cに近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0109】

また、重複領域の大きさを示す量と0または0以上の一定量Cとの差を示す関数FA()が図22で示すような、 $X_{AL}-X_{TL}$ がCの時において最小値ではなく極小値もつ関数FA()であったとしても、 $X_{AL}-X_{TL}$ の変化が可能な範囲において $X_{AL}-X_{TL}$ がCの時最小値となる関数FA()であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0110】

また、本実施の形態では、図18に示すように、調整部A202が各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに分散して存在しているが、調整部A202が1つしか存在せず、一つしか存在しない調整部A202が、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0111】

また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0112】

また、本実施の形態では、左右上下隣の重複領域の大きさを共通の一定量Cに調整したが、左右上下隣別々の一定量Cに調整しても、さらに言えば、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101C別々の一定量Cに調整したとしても、各一定量Cが0または0以上であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0113】

また、本実施の形態では、周期 T_{CYCLE} カメラのパン角 Θ_{b_p} およびチルト角 Θ_{b_T} を調整部A202により調整更新し、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 Θ_{b_H} および垂直画角 Θ_{b_V} を固定値とした。しかし、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 Θ_{b_H} および垂直画角 Θ_{b_V} によって周期 T_{CYCLE} カメラの撮影領域位置は変化するので、周期 T_{CYCLE} カメラのパン角 Θ_{b_p} およびチルト角 Θ_{b_T} を固定値とし、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 Θ_{b_H} および垂直画角 Θ_{b_V} に対し、調整部A202と同様の手段を設け、数39に示す式により調整更新を行えば、同様の効果を得られることは言うまでもない。同様に、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 Θ_{b_H} および垂直画角 Θ_{b_V} のみならず、時刻Tカメラの水平画角 Θ_{a_H} および垂直画角 Θ_{a_V} 、パン速度 $V_{P-CONST}$ 、チルト速度 $V_{T-CONST}$ 、撮影期間 T_S に関しても同様である。

【0114】

【数 3 9】

$$\begin{aligned}
X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
&(X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AR}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C)^2 + \\
&(Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AB}(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C)^2 \\
\theta b_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \quad \theta b_{VA} = \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
\end{aligned}$$

【0 1 1 5】

更に、周期 T_{CYCLE} カメラのパン角 θb_p およびチルト角 θb_t を調整部 A 2 0 2 により、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θb_H および垂直画角 θb_V を調整部 A 2 0 2 と同様の調整部により、それぞれ数 4 0 に示す式により調整更新を行えば、同様の効果を得られるることは言うまでもない。同様に、周期 T_{CYCLE} カメラの水平画角 θb_H および垂直画角 θb_V のみならず、時刻 T カメラの水平画角 θa_H および垂直画角 θa_V 、パン速度 $V_{P-CONST}$ 、チルト速度 $V_{T-CONST}$ 、撮影期間 T_S に関しても同様である。

【0 1 1 6】

【数 4 0】

$$\begin{aligned}
X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
&(X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C)^2 + \\
&(Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C)^2 \\
\theta b_{PA} &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \quad \theta b_{TA} = \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
\theta b_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \quad \theta b_{VA} = \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
\end{aligned}$$

【0 1 1 7】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整され、かつ、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が同じになるように自動調整される撮影領域調整装置に関し、図 2 3 から図 2 4 を用いて説明する。

【0 1 1 8】

まず始めに、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が同じになることの利点について説明する。上記実施の形態 1 で説明した撮影領域調整装置は、各カメラ端末のカメラの撮影領域により所定の撮影対象領域をくまなく覆うことが可能であるが、これだけでは、

各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} は等しいとは限らない。カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が等しくない場合、たとえば、ある特定のカメラ端末の撮影周期 T_{CYCLE} が極端に長い場合には、同カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画像の更新レートなどが遅くなり、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域内における検出対象の発見までに要する時間が遅くなる。これは、監視用途に本発明の撮影領域調整装置を用いる場合、問題となる。このため、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} は、差異なく、ほぼ等しいことが望まれる。

【0119】

つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図23は、図17(a)における各カメラ端末101A～101Cに相当する本実施の形態におけるカメラ201の構成ブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部A202、通信部203、周期画角調整部A204から構成されている。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図23において、カメラ201、調整部A202、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図18に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図と同様である。図23に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図においては、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_V} は固定値ではなく、これらカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整出力する処理部である周期画角調整部A204が追加されている。

【0120】

構成要素における実施の形態1と本実施の形態の差異はこの点だけであり、撮影領域調整装置の構成は図17(a)、撮影領域調整装置の実空間面113上における、各撮影領域位置は図17(b)、操作端末102の構成は図19と同様である。

【0121】

つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。本実施の形態は実施の形態1に対し、周期画角調整部A204が追加されただけであり、同周期画角調整部A204が周期撮影制御部215に周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 Θ_{b_H} および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 Θ_{b_V} を送っているので、実施の形態1に記載したすべて効果を有することは言うまでもない。つまり、各カメラ端末のカメラの撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの撮影領域が自動調整される。

【0122】

周期画角調整部204Aは、カメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報を通信部203およびネットワーク103を介して、周期的に他カメラ端末の周期画角調整部A204に送信する。また、周期画角調整部A204は、他カメラ端末の周期画角調整部A204から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報を受信する。このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、周期画角調整部A204は、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報を周期的に取得することになり、本実施の形態においては、各周期画角調整部A204は、カメラ端末101Aの周期 T_{ACYCLE} 撮影領域120Aの画角である $\Theta_{b_{HA}}$ および $\Theta_{b_{VA}}$ (それ、水平画角および垂直画角)、カメラ端末101Bの周期 T_{BCYCLE} 撮影領域120Bの画角である $\Theta_{b_{HB}}$ および $\Theta_{b_{VB}}$ 、カメラ端末101Cの周期 T_{CCYCLE} 撮影領域120Cの画角である $\Theta_{b_{HC}}$ および $\Theta_{b_{VC}}$ を通信部203およびネットワーク103を介して周期的に取得する。

【0123】

更に、周期画角調整部A204は取得した上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報をもとに、図24に示す以下のステップの処理を行う。

【0124】

まずステップ801において、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメ

ラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域を選択する。この処理は、実施の形態 1 に説明したので説明は省略する。調整部 A 2 0 2 でも行っている処理であり、調整部 A 2 0 2 で行うステップ 4 0 1 の処理結果を流用してもよい。ただし、調整部 A 2 0 2 では、撮影対象外領域 1 2 2 が選択されることがある為、撮影対象外領域 1 2 2 が選択された場合は、隣接する他カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域はなしと判定すればよい。

【0 1 2 5】

つぎにステップ 8 0 2において、ステップ 8 0 1 で選択した撮影領域の画角と自カメラ端末の撮影領域の画角の差を示す量を算出する。このため、カメラ端末 A 1 0 1 Aにおいては、右隣の撮影領域である周期 T_B_{CYCLE} 撮影領域 1 2 0 Bとの画角の差を示す量 $\theta b_H - \theta b_{HA}$ および $\theta b_V - \theta b_{VA}$ 、カメラ端末 B 1 0 1 Bにおいては、左隣の撮影領域である周期 T_A_{CYCLE} 撮影領域 1 2 0 Aとの画角の差を示す量 $\theta b_{HA} - \theta b_H$ および $\theta b_{VA} - \theta b_{VB}$ 、右隣の撮影領域である周期 T_C_{CYCLE} 撮影領域 1 2 0 Cとの画角の差を示す量 $\theta b_H - \theta b_{HC}$ および $\theta b_V - \theta b_{VC}$ 、左隣の撮影領域である周期 T_B_{CYCLE} 撮影領域 1 2 0 Bとの画角の差を示す量 $\theta b_H - \theta b_{HB}$ および $\theta b_V - \theta b_{VB}$ が算出される。

【0 1 2 6】

つぎにステップ 8 0 3、ステップ 8 0 2 で算出した画角の差を示す量を、0 に近づくように自カメラ端末の撮影領域の画角を調整する。この調整方法を以下に説明する。まず、画角の差を示す量として関数 $FB(\cdot)$ を定める。本実施の形態では、数 4 1 から数 4 3 に示すものを同関数とする（隣接する撮影領域がない方向に関しては、関数 $FB(\cdot) = 0$ とする）。

【0 1 2 7】

【数 4 1】

$$\begin{aligned} FB_{ALH}(\theta b_{HA}) &= 0 & FB_{ALV}(\theta b_{VA}) &= 0 \\ FB_{ARH}(\theta b_{HA}) &= (\theta b_{HB} - \theta b_{HA})^2 & FB_{ARV}(\theta b_{VA}) &= (\theta b_{VB} - \theta b_{VA})^2 \\ FB_{AUH}(\theta b_{HA}) &= 0 & FB_{AUV}(\theta b_{VA}) &= 0 \\ FB_{ABH}(\theta b_{HA}) &= 0 & FB_{ABV}(\theta b_{VA}) &= 0 \\ FB_{AH}(\theta b_{HA}) &= FB_{ALH}(\theta b_{HA}) + FB_{ARH}(\theta b_{HA}) + FB_{AUH}(\theta b_{HA}) + FB_{ABH}(\theta b_{HA}) \\ FB_{AV}(\theta b_{VA}) &= FB_{ALV}(\theta b_{VA}) + FB_{ARV}(\theta b_{VA}) + FB_{AUV}(\theta b_{VA}) + FB_{ABV}(\theta b_{VA}) \end{aligned}$$

【数 4 2】

$$\begin{aligned} FB_{BLH}(\theta b_{HB}) &= (\theta b_{HA} - \theta b_{HB})^2 & FB_{BLV}(\theta b_{VB}) &= (\theta b_{VA} - \theta b_{VB})^2 \\ FB_{BRH}(\theta b_{HB}) &= (\theta b_{HC} - \theta b_{HB})^2 & FB_{BRV}(\theta b_{VB}) &= (\theta b_{VC} - \theta b_{VB})^2 \\ FB_{BUH}(\theta b_{HB}) &= 0 & FB_{BUV}(\theta b_{VB}) &= 0 \\ FB_{BBH}(\theta b_{HB}) &= 0 & FB_{BBV}(\theta b_{VB}) &= 0 \\ FB_{BH}(\theta b_{HB}) &= FB_{BLH}(\theta b_{HB}) + FB_{BRH}(\theta b_{HB}) + FB_{BUH}(\theta b_{HB}) + FB_{BBH}(\theta b_{HB}) \\ FB_{BV}(\theta b_{VB}) &= FB_{BLV}(\theta b_{VB}) + FB_{BRV}(\theta b_{VB}) + FB_{BUV}(\theta b_{VB}) + FB_{BBV}(\theta b_{VB}) \end{aligned}$$

【数4 3】

$$\begin{aligned}
 FB_{CLH}(\theta b_{HC}) &= (\theta b_{HB} - \theta b_{HC})^2 & FB_{CLV}(\theta b_{VC}) &= (\theta b_{VB} - \theta b_{VC})^2 \\
 FB_{CRH}(\theta b_{HC}) &= 0 & FB_{CRV}(\theta b_{VC}) &= 0 \\
 FB_{CUH}(\theta b_{HC}) &= 0 & FB_{CUV}(\theta b_{VC}) &= 0 \\
 FB_{CBH}(\theta b_{HC}) &= 0 & FB_{CBV}(\theta b_{VC}) &= 0 \\
 FB_{CH}(\theta b_{HC}) &= FB_{CLH}(\theta b_{HC}) + FB_{CRH}(\theta b_{HC}) + FB_{CUH}(\theta b_{HC}) + FB_{CBH}(\theta b_{HC}) \\
 FB_{CV}(\theta b_{VC}) &= FB_{CLV}(\theta b_{VC}) + FB_{CRV}(\theta b_{VC}) + FB_{CUV}(\theta b_{VC}) + FB_{CBV}(\theta b_{VC})
 \end{aligned}$$

【0 1 2 8】

数4 1 から数4 3 はそれぞれ、カメラ端末A 1 0 1 A からカメラ端末C 1 0 1 C に対するものであり、画角の差を示す量の2乗値を、それぞれの差を示す量としている。つぎに、数4 4 から数4 6 に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の次回の撮影領域の画角を算出する。数4 4 から数4 6 において、 $\theta b'_{HA}$ 、 $\theta b'_{VA}$ 、 $\theta b'_{HB}$ 、 $\theta b'_{VB}$ 、 $\theta b'_{HC}$ 、 $\theta b'_{VC}$ はそれぞれ、次回の各カメラ端末の周期T_{A CYCLE}撮影領域1 2 0 A から周期T_{C CYCLE}撮影領域1 2 0 C の画角を示し、 α は定数である。最後に同周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角にそれぞれ、カメラ端末A 1 0 1 A からカメラ端末C 1 0 1 C の周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角を調整する。

【0 1 2 9】

【数4 4】

$$\theta b'_{HA} = \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FB_{AH}(\theta b_{HA})}{\partial \theta b_{HA}} \quad \theta b'_{VA} = \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FB_{AV}(\theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}$$

【数4 5】

$$\theta b'_{HB} = \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FB_{BH}(\theta b_{HB})}{\partial \theta b_{HB}} \quad \theta b'_{VB} = \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FB_{BV}(\theta b_{VB})}{\partial \theta b_{VB}}$$

【数4 6】

$$\theta b'_{HC} = \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FB_{CH}(\theta b_{HC})}{\partial \theta b_{HC}} \quad \theta b'_{VC} = \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FB_{CV}(\theta b_{VC})}{\partial \theta b_{VC}}$$

【0 1 3 0】

周期画角調整部A 2 0 4 はステップ8 0 1、ステップ8 0 2、ステップ8 0 3 の処理を順次行い、ステップ8 0 3 の処理終了後にステップ8 0 1 の処理に戻る。そして、周期画角調整部A 2 0 4 では、絶えずステップ8 0 1 からステップ8 0 3 の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期T_{C CYCLE}カメラ水平画角 $\theta b'_{H}$ および周期T_{C CYCLE}カメラ垂直画角 $\theta b'_{V}$ の更新値を周期撮影制御部2 1 5 に送り、カメラ2 0 1 の周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角を調整する。

【0 1 3 1】

本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ8 0 3 において画角の差を示す量を0に近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角を算出し、同次回の周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角にカメラ2 0 1 の周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角を調整するため、各カメラ端末A 1 0 1 A からカメラ端末C 1 0 1 C の周期T_{C CYCLE}撮影領域である周期T_{A CYCLE}撮影領域1 2 0 A および周期T_{B CYCLE}撮影領域1 2 0 B および周期T_{C CYCLE}撮影領域1 2 0 C の画角はお互い、ステップ8 0 1 からステップ8 0 3 の処理を繰り返すことにより、等しくなる。

【0 1 3 2】

各カメラ端末A 1 0 1 A からカメラ端末C 1 0 1 C において、それぞれの周期T_{C CYCLE}撮影領域の画角が等しく、更に、それぞれのカメラ2 0 1 の姿勢を変更するパン速度V_P

CONST およびチルト速度 $V_{T\text{-CONST}}$ 、時刻 T 撮影領域の大きさを決定するカメラ201の水平画角 Θa_H および垂直画角 Θa_V が等しいのであれば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の説明によれば、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの撮影周期 T_{CYCLE} は等しくなる。本実施の形態においては、パン速度 $V_{P\text{-CONST}}$ およびチルト速度 $V_{T\text{-CONST}}$ 、水平画角 Θa_H および垂直画角 Θa_V はあらかじめ定めた固定値であり、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cにおいて、これらがそれぞれ等しい値に設定することは可能である。このため、以上の本実施の形態の動作により、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの撮影周期 T_{CYCLE} を等しくすることができます。

【0133】

なお、上記動作説明では、パン速度 $V_{P\text{-CONST}}$ およびチルト速度 $V_{T\text{-CONST}}$ 、水平画角 Θa_H および垂直画角 Θa_V は、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cにおいてそれ等しい値としたが、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの機器性能の制限上、それ等しい値とすることができないのであれば、以下の方法をとることにより、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの撮影周期 T_{CYCLE} を等しくすることができます。

【0134】

周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法の説明によれば、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影周期 T_{CYCLE} は、数47に示す近似式で算出することができる。そこで、ステップ802で行われる計算処理を数48から数50のものとし、ステップ803で行われる計算処理を数51から数53のものとする（なお、周期 T_{CYCLE} 撮影領域水平サイズ Lb_H 、周期 T_{CYCLE} 撮影領域垂直サイズ Lb_V 、時刻 T 撮影領域水平サイズ La_H 、時刻 T 撮影領域垂直サイズ La_V それぞれは、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角である Θb_H および Θb_V 、時刻 T 撮影領域の画角である Θa_H および Θa_V の関数である）。

【0135】

【数47】

$$T_{\text{CYCLE}} = \frac{Lb_H}{La_H \times V_{P\text{-CONST}} \times T_s} \times \frac{Lb_V}{La_V \times V_{V\text{-CONST}} \times T_s}$$

【数48】

$$FB_{AL}(T_{\text{CYCLE_A}}) = 0$$

$$FB_{AR}(T_{\text{CYCLE_A}}) = (T_{\text{CYCLE_B}} - T_{\text{CYCLE_A}})^2$$

$$FB_{AU}(T_{\text{CYCLE_A}}) = 0$$

$$FB_{AB}(T_{\text{CYCLE_A}}) = 0$$

$$FB_A(T_{\text{CYCLE_A}}) = FB_{AL}(T_{\text{CYCLE_A}}) + FB_{AR}(T_{\text{CYCLE_A}}) + FB_{AU}(T_{\text{CYCLE_A}}) + FB_{AB}(T_{\text{CYCLE_A}})$$

【数49】

$$FB_{BL}(T_{\text{CYCLE_B}}) = (T_{\text{CYCLE_A}} - T_{\text{CYCLE_B}})^2$$

$$FB_{BR}(T_{\text{CYCLE_B}}) = (T_{\text{CYCLE_C}} - T_{\text{CYCLE_B}})^2$$

$$FB_{BU}(T_{\text{CYCLE_B}}) = 0$$

$$FB_{BB}(T_{\text{CYCLE_B}}) = 0$$

$$FB_B(T_{\text{CYCLE_B}}) = FB_{BL}(T_{\text{CYCLE_B}}) + FB_{BR}(T_{\text{CYCLE_B}}) + FB_{BU}(T_{\text{CYCLE_B}}) + FB_{BB}(T_{\text{CYCLE_B}})$$

【数 5 0】

$$FB_{CL}(T_{CYCLE_C}) = (T_{CYCLE_B} - T_{CYCLE_C})^2$$

$$FB_{CR}(T_{CYCLE_C}) = 0$$

$$FB_{CU}(T_{CYCLE_C}) = 0$$

$$FB_{CB}(T_{CYCLE_C}) = 0$$

$$FB_C(T_{CYCLE_C}) = FB_{CL}(T_{CYCLE_C}) + FB_{CR}(T_{CYCLE_C}) + FB_{CU}(T_{CYCLE_C}) + FB_{CB}(T_{CYCLE_C})$$

【数 5 1】

$$\theta b'_{HA} = \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta b_{HA}} \quad \theta b'_{VA} = \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta b_{VA}}$$

$$\theta a'_{HA} = \theta a_{HA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta a_{HA}} \quad \theta a'_{VA} = \theta a_{VA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial \theta a_{VA}}$$

$$V'_{P_CONST_A} = V_{P_CONST_A} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial V_{P_CONST_A}} \quad V'_{T_CONST_A} = V_{T_CONST_A} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial V_{T_CONST_A}}$$

$$T'_{SA} = T_{SA} - \alpha \frac{\partial FB_A(T_{CYCLE_A})}{\partial T_{SA}}$$

【数 5 2】

$$\theta b'_{HB} = \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta b_{HB}} \quad \theta b'_{VB} = \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta b_{VB}}$$

$$\theta a'_{HB} = \theta a_{HB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta a_{HB}} \quad \theta a'_{VB} = \theta a_{VB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial \theta a_{VB}}$$

$$V'_{P_CONST_B} = V_{P_CONST_B} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial V_{P_CONST_B}} \quad V'_{T_CONST_B} = V_{T_CONST_B} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial V_{T_CONST_B}}$$

$$T'_{SB} = T_{SB} - \alpha \frac{\partial FB_B(T_{CYCLE_B})}{\partial T_{SB}}$$

【数 5 3】

$$\theta b'_{HC} = \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta b_{HC}} \quad \theta b'_{VC} = \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta b_{VC}}$$

$$\theta a'_{HC} = \theta a_{HC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta a_{HC}} \quad \theta a'_{VC} = \theta a_{VC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial \theta a_{VC}}$$

$$V'_{P_CONST_C} = V_{P_CONST_C} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial V_{P_CONST_C}} \quad V'_{T_CONST_C} = V_{T_CONST_C} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial V_{T_CONST_C}}$$

$$T'_{SC} = T_{SC} - \alpha \frac{\partial FB_C(T_{CYCLE_C})}{\partial T_{SC}}$$

【0 1 3 6】

また、周期画角調整部 A 2 0 4 が、ステップ 8 0 1 からステップ 8 0 3 の処理を繰り返すことにより、撮影周期 T_{CYCLE} を等しくするという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ 8 0 2 およびステップ 8 0 3 の処理は、ステップ 8 0 1 において選択した自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域に対

して行われる。

【0137】

このため、各時刻において自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域に隣接する他カメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角（および、パン速度 $V_{P-CONST}$ 、チルト速度 $V_{T-CONST}$ 、撮影間隔 T_S 、時刻 T 撮影領域の画角）に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影周期 T_{CYCLE} を等しくするという効果を得ることができる。上記周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影周期 T_{CYCLE} に変化が生ずる場合としては、

(1) カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角（および、パン速度 $V_{P-CONST}$ 、チルト速度 $V_{T-CONST}$ 、撮影間隔 T_S 、時刻 T 撮影領域の画角）が意図的に変更される、

(2) カメラ端末が新設される、

(3) 各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障する

が挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態5および実施の形態6に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が変化する、または、送信されない、新たな周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角が送信されたとしても、本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角の変化に応じ、各カメラ端末の撮影周期 T_{CYCLE} を等しくすることができる。

【0138】

なお、本実施の形態では、画角の差および撮影周期 T_{CYCLE} の差を示す関数 $F_B()$ を、数41から数43や数48から数50に示すように、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差の2乗値としたが、実施の形態1と同様に、関数 $F_B()$ を画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差の4乗値、6乗値、10乗値などのような差の偶数乗値や、関数 $F_B()$ を画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差の絶対値としても、これら関数 $F_B()$ は画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0において最小値をもつために、ステップ803で行う最急降下法の効果により画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0に近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0139】

また、実施の形態1と同様に、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差を示す関数 $F_B()$ が、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0の時ににおいて最小値ではなく極小値もつ関数 $F_B()$ であったとしても、画角または撮影周期 T_{CYCLE} の変化が可能な範囲において、画角の差または撮影周期 T_{CYCLE} の差が0の時に最小値となる関数 $F_B()$ であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0140】

また、本実施の形態では、図23に示すように、周期画角調整部A204が各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに分散して存在しているが、周期画角調整部A204が1つしか存在せず、一つしか存在しない周期画角調整部A204が、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cのカメラ201の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角（および、パン速度 $V_{P-CONST}$ 、チルト速度 $V_{T-CONST}$ 、撮影間隔 T_S 、時刻 T 撮影領域の画角）を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0141】

また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0142】

また、上記実施の形態1では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整する撮影領域調整装置を、本実施の形態では更に、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が同じになるように自動調整される撮影領域調整装置の動作を説明したが、これら自動調整が独立に調整することができない場合には、それ各自立に調整できない項目の関数 $F_A()$ および関数 $F_B()$ を線形に加算した関数を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。たとえば、数54に示すように、関数 $F_A()$ および

関数 $F_B(\cdot)$ を線形に加算した関数 $F_A B(\cdot)$ を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。

【0 1 4 3】

【数 5 4】

$$X_{AL} = G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})$$

$$X_{AR} = G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})$$

$$Y_{AU} = G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})$$

$$Y_{AB} = G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})$$

$$FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) = FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) =$$

$$(X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C)^2 +$$

$$(Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C)^2$$

$$FB_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = FB_{AH}(\theta b_{HA}) + FB_{AV}(\theta b_{VA})$$

$$FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + FB_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})$$

$$\theta b_{PA}' = \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \quad \theta b_{TA}' = \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}}$$

$$\theta b_{HA}' = \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \quad \theta b_{VA}' = \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FAB_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}$$

【0 1 4 4】

(実施の形態3)

次に、本発明の実施の形態3について説明する。本実施の形態では、各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期 T_{CYCLE} 撮影領域が自動調整され、かつ、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} がなるだけ小さくなるように自動調整される撮影領域調整装置に關し、図25から図26を用いて説明する。

【0 1 4 5】

まず始めに、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} がなるだけ小さくなることの利点について説明する。上記実施の形態1で説明した撮影領域調整装置は、各カメラ端末のカメラの撮影領域により所定の撮影対象領域をくまなく覆うことが可能であるが、これだけでは、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} はなるだけ小さいとは限らない。カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} が大きい場合、同カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画像の更新レートなどは遅くなり、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域内における検出対象の発見までに要する時間が遅くなる。これは、監視用途に本発明の撮影領域調整装置を用いる場合、問題となる。このため、各カメラ端末のカメラの撮影周期 T_{CYCLE} は、なるだけ小さくことが望まれる。

【0 1 4 6】

つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図25は、図17(a)における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部A202、通信部203、周期画角調整部B205から構成されている。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図25において、カメラ201、調整部A202、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図18に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図と同様である。図25に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図においては、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 θb_H および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 θb_V 、時刻 T カメラ水平画角 θa_H および時刻 T カメラ垂直画角 θa_V は

固定値ではなく、これらカメラ 201 の周期 T_{CYCLE} 撮影領域および時刻 T 撮影領域の画角を調整出力する処理部である周期画角調整部 B205 が追加されている。

【0147】

構成要素における実施の形態 1 と本実施の形態の差異はこの点だけであり、撮影領域調整装置の構成は図 17 (a)、撮影領域調整装置の実空間面 113 上における、各撮影領域位置は図 17 (b)、操作端末 102 の構成は図 19 と同様である。

【0148】

つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。本実施の形態は実施の形態 1 に対し、周期画角調整部 B205 が追加されただけであり、同周期画角調整部 B205 が周期撮影制御部 215 に周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 θ_{b_H} および周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 θ_{b_V} 、時刻 T カメラ水平画角 θ_{a_H} および時刻 T カメラ垂直画角 θ_{a_V} を送っているので、実施の形態 1 に記載したすべて効果を有することは言うまでもない。つまり、各カメラ端末のカメラの撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの撮影領域が自動調整される。

【0149】

周期画角調整部 B205 は、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角情報をもとに、図 26 に示す以下のステップの処理を行う。

【0150】

まずステップ 1001において、周期 T_{CYCLE} カメラ画角が 0 に近づくような自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を算出する。この算出方法を以下に説明する。まず、周期 T_{CYCLE} カメラ画角の大きさを示す量として関数 $FC()$ を定める。本実施の形態では、数 55 に示すものを同関数とする。数 55 はそれぞれ、カメラ端末 A101A からカメラ端末 C101C に対するものであり、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角 θ_{b_H} と周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角 θ_{b_V} の積を、それぞれの大きさを示す量としている。つぎに、数 56 に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を算出する。数 56 において、 $\theta_{b'_H A}$ 、 $\theta_{b'_V A}$ 、 $\theta_{b'_H B}$ 、 $\theta_{b'_V B}$ 、 $\theta_{b'_H C}$ 、 $\theta_{b'_V C}$ はそれぞれ、各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域 120A から周期 T_{CYCLE} 撮影領域 120C の周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を示し、 α は定数である。

【0151】

つぎにステップ 1002において、ステップ 1001において算出した周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値が時刻 T カメラ画角以下かどうか、つまり、周期 T_{CYCLE} カメラ水平画角の更新値 $\theta_{b'_H}$ が時刻 T カメラ水平画角 θ_{a_H} 以下（垂直画角に対しては、周期 T_{CYCLE} カメラ垂直画角の更新値 $\theta_{b'_V}$ が時刻 T カメラ垂直画角 θ_{a_V} 以下）かどうかを判断する。

【0152】

【数 55】

$$FC_A(\theta_{b_H A}, \theta_{b_V A}) = \theta_{b_H A} \times \theta_{b_V A}$$

$$FC_B(\theta_{b_H B}, \theta_{b_V B}) = \theta_{b_H B} \times \theta_{b_V B}$$

$$FC_C(\theta_{b_H C}, \theta_{b_V C}) = \theta_{b_H C} \times \theta_{b_V C}$$

【数 5 6】

$$\begin{aligned}\theta b'_{HA} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} & \theta b'_{VA} &= \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}} \\ \theta b'_{HB} &= \theta b_{HB} - \alpha \frac{\partial FC_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{HB}} & \theta b'_{VB} &= \theta b_{VB} - \alpha \frac{\partial FC_B(\theta b_{HB}, \theta b_{VB})}{\partial \theta b_{VB}} \\ \theta b'_{HC} &= \theta b_{HC} - \alpha \frac{\partial FC_C(\theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{HC}} & \theta b'_{VC} &= \theta b_{VC} - \alpha \frac{\partial FC_A(\theta b_{HC}, \theta b_{VC})}{\partial \theta b_{VC}}\end{aligned}$$

【0 1 5 3】

もし、周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値が時刻 T カメラ画角以下でなければ、ステップ 1 0 0 3において、周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値を周期 T_{CYCLE} カメラ画角とし、同周期 T_{CYCLE} カメラ画角にそれぞれ、カメラ端末 A 1 0 1 A からカメラ端末 C 1 0 1 C の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の周期 T_{CYCLE} 画角を調整する。

【0 1 5 4】

また、もし周期 T_{CYCLE} カメラ画角の更新値が時刻 T カメラ画角以下であれば、周期 T_{CYCLE} カメラ画角は時刻 T カメラ画角以下に調整できないため、ステップ 1 0 0 4において、時刻 T カメラ画角が 0 に近づくように自カメラ端末の時刻 T カメラ画角の更新値を算出する。この算出方法を以下に説明する。まず、時刻 T カメラ画角の大きさを示す量として関数 $FD()$ を定める。本実施の形態では、数 5 7 に示すものを同関数とする。数 5 7 はそれぞれ、カメラ端末 A 1 0 1 A からカメラ端末 C 1 0 1 C に対するものであり、時刻 T カメラ水平画角 θa_H と時刻 T カメラ垂直画角 θa_V の積を、それぞれの大きさを示す量としている。つぎに、数 5 8 に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、自カメラ端末の時刻 T カメラ画角の更新値を算出する。数 5 8 において、 $\theta a'_{HA}$ 、 $\theta a'_{VA}$ 、 $\theta a'_{HB}$ 、 $\theta a'_{VB}$ 、 $\theta a'_{HC}$ 、 $\theta a'_{VC}$ はそれぞれ、各カメラ端末の周期 T_{ACYCLE} 撮影領域 1 2 0 A から周期 T_{CYCLE} 撮影領域 1 2 0 C の時刻 T カメラ画角の更新値を示し、 α は定数である。

【0 1 5 5】

【数 5 7】

$$FD_A(\theta a_{HA}, \theta a_{VA}) = \theta a_{HA} \times \theta a_{VA}$$

$$FD_B(\theta a_{HB}, \theta a_{VB}) = \theta a_{HB} \times \theta a_{VB}$$

$$FD_C(\theta a_{HC}, \theta a_{VC}) = \theta a_{HC} \times \theta a_{VC}$$

【数 5 8】

$$\begin{aligned}\theta a'_{HA} &= \theta a_{HA} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta a_{HA}, \theta a_{VA})}{\partial \theta a_{HA}} & \theta a'_{VA} &= \theta a_{VA} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta a_{HA}, \theta a_{VA})}{\partial \theta a_{VA}} \\ \theta a'_{HB} &= \theta a_{HB} - \alpha \frac{\partial FD_B(\theta a_{HB}, \theta a_{VB})}{\partial \theta a_{HB}} & \theta a'_{VB} &= \theta a_{VB} - \alpha \frac{\partial FD_B(\theta a_{HB}, \theta a_{VB})}{\partial \theta a_{VB}} \\ \theta a'_{HC} &= \theta a_{HC} - \alpha \frac{\partial FD_C(\theta a_{HC}, \theta a_{VC})}{\partial \theta a_{HC}} & \theta a'_{VC} &= \theta a_{VC} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta a_{HC}, \theta a_{VC})}{\partial \theta a_{VC}}\end{aligned}$$

【0 1 5 6】

つぎにステップ 1 0 0 5において、ステップ 1 0 0 4において、時刻 T カメラ画角の更新値を時刻 T カメラ画角とし、同時刻 T カメラ画角にそれぞれ、カメラ端末 A 1 0 1 A からカメラ端末 C 1 0 1 C の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の時刻 T カメラ画角を調整する。

【0 1 5 7】

周期画角調整部B205はステップ1001からステップ1005の処理を順次行い、ステップ1003またはステップ1005の処理の処理終了後にステップ1001の処理に戻る。そして、周期画角調整部B205では、絶えずステップ1001からステップ1005の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期T_{CYCLE}カメラ水平画角θ_{b'H}および周期T_{CYCLE}カメラ垂直画角θ_{b'v}または時刻T_{CYCLE}カメラ水平画角θ_{a'H}および時刻T_{CYCLE}カメラ垂直画角θ_{a'v}の更新値を周期撮影制御部215に送り、カメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の画角を調整する。

【0158】

本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりであり、ステップ1001またはステップ1004において、画角を0に近づくよう最急降下法の式を用いて自カメラ端末の次回の周期T_{CYCLE}撮影領域の画角を算出し、同次回の周期T_{CYCLE}撮影領域の画角にカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の画角を調整するため、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの周期T_{CYCLE}撮影領域である周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aおよび周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bおよび周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cの画角は、ステップ1001からステップ1005の処理を繰り返すことにより、周期T_{CYCLE}撮影領域の画角が小さくなる。各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cにおいて、それぞれの周期T_{CYCLE}撮影領域の画角が小さくなるのであれば、周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法の説明によれば、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの撮影周期T_{CYCLE}は小さくなる。

【0159】

また、周期画角調整部B205が、ステップ1001からステップ1005の処理を繰り返すことにより、撮影周期T_{CYCLE}を小さくするという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ1001からステップ1005の処理には、他カメラの周期T_{CYCLE}撮影領域に関する情報は一切用いていない。このため、各時刻において他カメラの周期T_{CYCLE}撮影領域に変化が生じたとしても、その変化に一切関係せず、撮影周期T_{CYCLE}を小さくするという効果を得ることができる。

【0160】

なお、本実施の形態では、関数F_{C()}および関数F_{D()}をそれぞれ、数55および数57に示すように、水平画角と垂直画角の積としたが、関数F_{C()}および関数F_{D()}をそれぞれ、水平画角と垂直画角の積のN乗値（Nは正の実数）としても、これら関数F_{C()}および関数F_{D()}は画角の大きさが0において最小値をもつために、ステップ1001およびステップ1004で行う最急降下法の効果により画角の大きさが0に近づくので、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0161】

また、実施の形態1と同様に、画角の大きさを示す関数F_{C()}および関数F_{D()}が、画角の大きさが0の時において最小値ではなく極小値もつ関数F_{C()}および関数F_{D()}であったとしても、画角の変化が可能な範囲において、画角の大きさが0の時に最小値となる関数F_{C()}および関数F_{D()}であれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0162】

また、本実施の形態では、図25に示すように、周期画角調整部B205が各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに分散して存在しているが、周期画角調整部B205が1つしか存在せず、一つしか存在しない周期画角調整部B205が、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cのカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の画角を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0163】

また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0164】

また、上記実施の形態1では、各カメラ端末のカメラの周期T_{CYCLE}撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期T_{CYCLE}撮影領域が自動調整する撮影領域調整装置を、本実施の形態では更に、各カメラ端末のカメラの撮影周期T_{CYCLE}が小さくなるよう自動調整される撮影領域調整装置の動作を説明したが、これら自動調整が独立に調整することができない場合には、それぞれ独立に調整できない項目の関数F_A()および関数F_C()を線形に加算した関数を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。たとえば、数59に示すように、関数F_A()および関数F_C()を線形に加算した関数F_{AC}()を定義し、同関数に対し最急降下法を用いればよい。

【0165】

【数59】

$$\begin{aligned}
 X_{AL} &= G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 X_{AR} &= G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 Y_{AU} &= G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 Y_{AB} &= G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 FA_A(X_{AL}, X_{AR}, Y_{AU}, Y_{AB}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) = \\
 &(X_{TL} - G_{AL}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AR}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - X_{BL} - C)^2 + \\
 &(Y_{TU} - G_{AU}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - C)^2 + (G_{AB}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) - Y_{TB} - C)^2 \\
 FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= \theta b_{HA} \times \theta b_{VA} \\
 FAC_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) &= FA_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA}) + FC_A(\theta b_{HA}, \theta b_{VA}) \\
 \theta b_{PA}^{'} &= \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FAC_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{PA}} \quad \theta b_{TA}^{'} = \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FAC_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{TA}} \\
 \theta b_{HA}^{'} &= \theta b_{HA} - \alpha \frac{\partial FAC_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{HA}} \quad \theta b_{VA}^{'} = \theta b_{VA} - \alpha \frac{\partial FAC_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}, \theta b_{HA}, \theta b_{VA})}{\partial \theta b_{VA}}
 \end{aligned}$$

【0166】

また、本実施の形態では、図26に示すフローチャートの処理により、周期T_{CYCLE}撮影領域の画角が時刻T撮影領域の画角以下もなる処理を行っている。上記実施の形態1および実施の形態2および実施の形態4において、周期T_{CYCLE}撮影領域の画角を時刻T撮影領域の画角以下にする必要があるのであれば、図26に示すフローチャートの処理を盛り込むことにより、それを実現することは可能である。

【0167】

(実施の形態4)

次に、本発明の実施の形態4について説明する。本実施の形態では、領域分割の手法を用いることにより、各カメラ端末のカメラの周期T_{CYCLE}撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように各カメラ端末のカメラの周期T_{CYCLE}撮影領域が自動調整される撮影領域調整装置に関し、図27から図30を用いて説明する。

【0168】

まず、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成要素について説明する。図27は、本実施の形態における撮影領域調整装置の構成ブロック図である。この撮影領域調整装置は、カメラ端末A101A～カメラ端末C101C、操作端末102及びネットワーク103から構成される。図27において、カメラ端末A101Aからカメラ端末C101C、操作端末102、ネットワーク103は実施の形態1と同様である。さらに、図27において、X_W軸110、Y_W軸111、Z_W軸112、実空間面113、周期T_{A CYCLE}撮影領域120A、周期T_{B CYCLE}撮影領域120B、周期T_{C CYCLE}撮影領域120C、撮影対象領域121に関しても実施の形態1と同様である。実空間面113上において、140Aはカメラ端末A101Aが周期T_{A CYCLE}に周期的に撮影する周期T_{A CYCLE}撮影領

域120Aの視点である視点A、140Bはカメラ端末B101Bが周期T_{B CYCLE}に周期的に撮影する周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bの視点である視点B、140Cはカメラ端末C101Cが周期T_{C CYCLE}に周期的に撮影する周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cの視点である視点Cである。

【0169】

図28(a)～(c)は、図27に示した本実施の形態における撮影領域調整装置の実空間面113上における、各周期T_{CYCLE}撮影領域の視点などを詳細に示す図である。図28(a)において、X_W軸110、Y_W軸111、視点A140A、視点B140B、視点C140C、撮影対象領域121は、図27と同様である。150は視点A140Aと視点B140Bを結ぶ線の垂直二等分線である線AB、151は視点B140Bと視点C140Cを結ぶ線の垂直二等分線である線BC、152は視点A140Aと視点C140Cを結ぶ線の垂直二等分線である線AC、150Aは線AB150および線AC152によって撮影対象領域121を分割した領域である領域A、150Bは線AB150および線BC151によって撮影対象領域121を分割した領域である領域B、150Cは線BC151および線AC152によって撮影対象領域121を分割した領域である領域Cである。

【0170】

図29は、図17(a)における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図である。各カメラ端末101A～101Cはそれぞれ、少なくとも、カメラ201、調整部B206、通信部203、周期画角調整部C207から構成されている。カメラ201はこれらレンズ211、撮像面212、画像処理部、213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215から構成されている。図29において、カメラ201、通信部203、レンズ211、撮像面212、画像処理部213、姿勢制御部214、周期撮影制御部215は、図18に示す実施の形態1における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図と同様である。図29に示す本実施の形態における各カメラ端末101A～101Cの構成ブロック図においては、実施の形態1では調整部A202であったものが調整部B206となり、周期T_{CYCLE}カメラ水平画角 Θ_{b_H} および周期T_{CYCLE}カメラ垂直画角 Θ_{b_V} は固定値ではなく、これらカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の画角を調整出力する処理部である周期画角調整部C207が追加されている。

【0171】

なお、操作端末102の構成は図19と同様である。

つぎに、本実施の形態における撮影領域調整装置の動作を説明する。調整部B206は、周期撮影制御部215から送られたカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の視点位置情報を通信部203およびネットワークを介して、周期的に他カメラ端末の調整部B206に送信する。また、調整部B206は、他カメラ端末の調整部B206から周期的に送信される他カメラ端末におけるカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の視点位置情報を受信する。更に、操作端末102の通信部203は撮影対象領域121の位置情報を、ネットワーク103を介して、各カメラ端末101A～101Cの調整部B206に周期的に送信する。

【0172】

このため、各カメラ端末101A～101Cにおいて、調整部B206は、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201における周期T_{CYCLE}撮影領域の視点位置情報および撮影対象領域121の位置情報を周期的に取得することになり、本実施の形態においては、各調整部B206は、カメラ端末Aの周期T_{A CYCLE}撮影領域120Aの視点である視点A140Aの位置、カメラ端末Bの周期T_{B CYCLE}撮影領域120Bの視点である視点B140Bの位置、カメラ端末Cの周期T_{C CYCLE}撮影領域120Cの視点である視点C140Cの位置、撮影対象領域121の位置であるX_{TL131TL}、X_{TR131TR}、Y_{TU131TU}およびY_{TB131TB}を通信部203およびネットワーク103を介して周期的に取得する。

【0173】

更に、調整部B206は取得した上記周期T_{CYCLE}撮影領域の視点位置および撮影対象領域121の位置情報をもとに、図30に示す以下のステップの処理を行う。

【0174】

まずステップ1301において、自カメラ端末および他カメラ端末のカメラ201の周期T_{CYCLE}撮影領域の視点位置情報、および撮影対象領域121の位置情報をもとに、撮影対象領域121を領域分割する。領域分割の手法については、すでに（領域分割）において説明したので省略するが、この領域分割により撮影対象領域121は、図28(a)～(c)に示すように、カメラ端末A101Aが担当する領域A150A、カメラ端末B101Bが担当する領域B150B、カメラ端末C101Cが担当する領域C150Cに分割される。

【0175】

つぎにステップ1302において、カメラ端末A101Aの調整部B206なら、視点A140Aから同カメラ端末が担当する領域A150Aの各辺までの距離（図28(a)におけるL_{A1}からL_{A4}）、カメラ端末B101Bの調整部B206なら、視点B140Bから同カメラ端末が担当する領域B150Bの各辺までの距離（図28(b)におけるL_{B1}からL_{B4}）、カメラ端末C101Cの調整部B206なら、視点C140Cから同カメラ端末が担当する領域C150Cの各辺までの距離（図28(c)におけるL_{C1}からL_{C5}）を等しくするように各カメラ端末の周期T_{CYCLE}カメラパン角および周期T_{CYCLE}カメラチルト角を調整する。

【0176】

この調整方法を以下に説明する。まず、各辺までの距離が等しくなる時に最小値となる関数FD()を定める。本実施の形態では数60に示すものを同関数とする。数60に示すそれの式は、カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに対するものであり、各辺までの距離と各辺までの距離の平均値との差の2乗値の総和であり、各辺までの距離が等しくなる時に最小値となる。

【0177】

【数60】

$$FD_A(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = \sum_{i=1}^n \left(L_{Ai} - \frac{\sum_{j=1}^n L_{Aj}}{n} \right)^2$$

$$FD_B(L_{B1}, L_{B2}, \dots, L_{Bn}) = \sum_{i=1}^n \left(L_{Bi} - \frac{\sum_{j=1}^n L_{Bj}}{n} \right)^2$$

$$FD_C(L_{C1}, L_{C2}, \dots, L_{Cn}) = \sum_{i=1}^n \left(L_{Ci} - \frac{\sum_{j=1}^n L_{Cj}}{n} \right)^2$$

【0178】

つぎに、数61に示すように一般に知られている最急降下法の式を用いて、次回の自カメラ端末の周期T_{CYCLE}カメラパン角および周期T_{CYCLE}カメラチルト角を算出する。数61において、θ_{bPA}およびθ_{bTA}、θ_{bPB}およびθ_{bTB}、θ_{bPC}およびθ_{bTC}それぞれ、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの周期T_{CYCLE}カメラパン角および周期T_{CYCLE}カメラチルト角であり、θ_{b'PA}およびθ_{b'TA}、θ_{b'PB}およびθ_{b'TB}、θ_{b'PC}およびθ_{b'TC}それぞれ、各辺までの距離を示す。

P_C および Θb_{T_C} それぞれ、次回の各カメラ端末A 1 0 1 Aからカメラ端末C 1 0 1 Cの周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角であり、 α は定数である（関数 $G_{Ai}()$ 、関数 $G_{Bi}()$ 、関数 $G_{Ci}()$ はそれぞれ、 Θb_{PA} および Θb_{TA} 、 Θb_{PB} および Θb_{TB} 、 Θb_{PC} および Θb_{TC} によって決定する視点A 1 4 0 A、視点B 1 4 0 B、視点C 1 4 0 Cから各辺までの距離を算出する関数である）。

【0 1 7 9】

【数 6 1】

$$L_{Ai} = G_{Bi}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})$$

$$L_{Bi} = G_{Bi}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})$$

$$L_{Ci} = G_{Ci}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})$$

$$FD_A(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = FD(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) = \sum_{i=1}^n \left(G_{Ai}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA}) - \frac{\sum_{j=1}^n G_{Aj}(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{n} \right)$$

$$FD_B(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = FD(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) = \sum_{i=1}^n \left(G_{Bi}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB}) - \frac{\sum_{j=1}^n G_{Bj}(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{n} \right)$$

$$FD_C(L_{A1}, L_{A2}, \dots, L_{An}) = FD(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) = \sum_{i=1}^n \left(G_{Ci}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC}) - \frac{\sum_{j=1}^n G_{Cj}(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{n} \right)$$

$$\theta b_{PA}' = \theta b_{PA} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{PA}} \quad \theta b_{TA}' = \theta b_{TA} - \alpha \frac{\partial FD_A(\theta b_{PA}, \theta b_{TA})}{\partial \theta b_{TA}}$$

$$\theta b_{PB}' = \theta b_{PB} - \alpha \frac{\partial FD_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{PB}} \quad \theta b_{TB}' = \theta b_{TB} - \alpha \frac{\partial FD_B(\theta b_{PB}, \theta b_{TB})}{\partial \theta b_{TB}}$$

$$\theta b_{PC}' = \theta b_{PC} - \alpha \frac{\partial FD_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{PC}} \quad \theta b_{TC}' = \theta b_{TC} - \alpha \frac{\partial FD_C(\theta b_{PC}, \theta b_{TC})}{\partial \theta b_{TC}}$$

【0 1 8 0】

そして最後に、次回の自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角にそれぞれ、カメラ端末A 1 0 1 Aからカメラ端末C 1 0 1 Cの周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を調整する。

【0 1 8 1】

調整部B 2 0 6はステップ1 3 0 1、ステップ1 3 0 2の処理を順次行い、ステップ1 3 0 2の処理終了後にステップ1 3 0 1の処理に戻る。そして、調整部B 2 0 6では、絶えずステップ1 3 0 1からステップ1 3 0 3の処理を繰り返しながら、上記式により算出した周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を周期撮影制御部2 1 5に送り、カメラ2 0 1の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置を調整する。

【0 1 8 2】

調整部B 2 0 6の動作は以上のとおりであり、ステップ1 3 0 2において各辺までの距離を等しくなるように最急降下法の式を用いて自カメラ端末の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を算出し、同次回の周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周

期 T_{CYCLE} カメラチルト角に調整することによってカメラ 201 の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置を調整するため、図 28 (a) ~ (c)においては、各辺までの距離である L_{A1} から L_{A4} 、 L_{B1} から L_{B4} 、 L_{C1} から L_{C5} はお互い、ステップ 1301 からステップ 1302 の処理を繰り返すことにより、それぞれほぼ等しくなる。そして、各辺までの距離が等しいということは、図 28 (a) ~ (c)においては、領域 A140A および領域 B140B および領域 C140C の大きさがほぼ等しいことになる。

【0183】

周期画角調整部 C207 は、調整部 B206 がステップ 1301 の領域分割の処理を終える度に、同領域分割処理によって得られた自カメラ端末が担当する領域を覆うように、カメラ 201 の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の水平画角 Θb_H および水平画角 Θb_V を調整する。本実施の形態においては、カメラ端末 A101A は自身が担当する領域 A140A を覆うように周期 T_A $CYCLE$ 撮影領域 120A の水平画角 Θb_{HA} および水平画角 Θb_{VA} 、カメラ端末 B101B は自身が担当する領域 B140B を覆うように周期 T_B $CYCLE$ 撮影領域 120B の水平画角 Θb_{HB} および水平画角 Θb_{VB} 、カメラ端末 C101C は自身が担当する領域 C140C を覆うように周期 T_C $CYCLE$ 撮影領域 120C の水平画角 Θb_{HC} および水平画角 Θb_{VC} を調整する。なお、同調整は、各領域の位置がステップ 1301 の領域分割において算出されているため、各領域の位置から平画角 Θb_H および水平画角 Θb_V を算出することは容易である。

【0184】

本実施の形態における撮影領域調整装置の動作は以上のとおりである。調整部 B206 がステップ 1301 において撮影対象領域 121 を領域分割し、周期画角調整部 C207 が分割した各領域を覆うように各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整するために、本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末 A101A からカメラ端末 C101C を用いて撮影対象領域 121 を死角なく撮影することができる。

【0185】

なお、調整部 B206 は、ステップ 1302 により、領域の各辺までの距離を等しくするよう周期 T_{CYCLE} カメラパン角および周期 T_{CYCLE} カメラチルト角を調整し、各領域の大きさをほぼ等しくしている。この処理は、分割したある領域が極端に大きくなることにより、同領域を担当するカメラ端末が同領域を覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整できないことを避けるための処置である。もし、分割したある領域が極端に大きくなることがない場合には、同処理は必要としない。たとえば、各カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視点位置がお互い、検出対象領域 121 内にほぼ均等に位置するように各カメラ端末を設置するのであれば、分割したある領域が極端に大きくなることはなく、ステップ 1302 で行う処理は必要としない。

【0186】

また、調整部 B206 が、ステップ 1301 からステップ 1302 の処理を繰り返し、周期画角調整部 C207 が、ステップ 1301 の領域分割の処理を終える度に、自カメラ端末が担当する領域を覆うように周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角を調整することにより、撮影対象領域 121 を死角なく撮影するという効果を得ている。この繰り返し行われる処理のステップ 1302 および周期画角調整部 C207 での処理は、ステップ 1301 において各カメラ端末の視線位置および撮影対象領域 121 の位置により領域分割された自カメラ端末が担当する領域に対して行われる。

【0187】

このため、各時刻において各カメラ端末の視線位置および撮影対象領域 121 の位置に変化が生じたとしても、その変化に対応して、撮影対象領域 121 を死角なく撮影するという効果を得ることができる。上記各カメラ端末の視線位置および撮影対象領域 121 に変化が生ずる場合としては、

- (1) カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の視線位置が意図的に変更される、
- (2) カメラ端末が新設される、
- (3) 各カメラ端末のうち幾つかのカメラ端末が取り除かれる、または故障する、

(4) 操作端末から送信する撮影対象領域の位置が変更される。

が挙げられる。これらの変化状況に対する本発明の動作は、後述する実施の形態5および実施の形態6に記載するが、これら変化により、各カメラ端末が送信する周期T CYCLE撮影領域の視点位置や操作端末が送信する撮影対象領域位置が変化する、または、送信されない、新たな周期T CYCLE撮影領域の視点位置が送信されたとしても、本発明の撮影領域調整装置は、周期T CYCLE撮影領域の視点位置または撮影対象領域位置の変化に応じ、各カメラ端末を用いて撮影対象領域を死角なく撮影することができる。

【0188】

なお、本実施の形態では、図29に示すように、調整部B206および周期画角調整部C207が各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに分散して存在しているが、調整部B206および周期画角調整部C207がそれぞれ1つしか存在せず、それ一つしか存在しない調整部B206および周期画角調整部C207が、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cのカメラ201の周期T CYCLE撮影領域の視点位置および画角を全て調整するのであれば、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0189】

また、本実施の形態では、ネットワーク103を、一般的な通信時に利用されるネットワーク回線として取り扱っているが、同ネットワーク103は有線または無線のネットワークであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0190】

(実施の形態5)

次に、本発明の実施の形態5について説明する。本実施の形態では、本発明の実施の形態1から本発明の実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置の操作端末102に関するいくつか補足する。

【0191】

実施の形態1から実施の形態4において、図19にその構成を示す操作端末102は、通信部203より撮影対象領域121の位置情報を図17または図27における各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに送信する。実施の形態1から実施の形態4に記した各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの動作および構成であれば操作端末102は必要であるが、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに予め撮影対象領域の位置情報を設定するのであれば、操作端末102は特に必要としない。

【0192】

また、操作端末102は通信部203を構成要素とするが、同通信部203は各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cにも存在する。各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cに存在する通信部203が、撮影対象領域121の位置情報を送信すれば、各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cは操作端末203の機能を兼ねることになる。この場合も、操作端末102は特に必要としない。

【0193】

また、実施の形態1から実施の形態4では、操作端末102が撮影対象領域121の位置情報を送信している。撮影対象領域121の位置情報とは、撮影対象領域121の各端の位置情報である。実施の形態1から実施の形態4では、操作端末102は1台であったが、撮影対象領域121の端の数がN個であれば、操作端末102がN台あり、それが撮影対象領域121の各端の位置情報を送信し、各端の位置で構成される閉領域を撮影対象領域121としても本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

【0194】

また、操作端末102が送信する撮影対象領域121の位置情報は、実施の形態1から実施の形態4では、予め定めた一定の値とした。実施の形態1から実施の形態4に記したように、本発明の撮影領域調整装置は操作端末102から送信する撮影対象領域121の位置が変更される場合であっても、その変更に対応して、撮影対象領域121を死角なく撮影するという効果を得ることができる。このため、操作端末102が送信する撮影対象

領域121の位置情報は、本発明の撮影領域調整装置が動作中であっても、時間的に変化してもかまわない。

【0195】

以上、操作端末102に関して幾つかの補足を記した。以下同補足内容を加味した本発明の撮影領域調整装置の動作例を、図31を用いて説明する。図31において、カメラ端末1401は実施の形態1から実施の形態4におけるカメラ端末であり、無線ネットワーク1402を介して他カメラ端末1401および操作端末1405と情報を通信する。車1403は道路1404を走行する車であり、同車には操作端末1405が備え付けられている。撮影対象領域A1406Aおよび撮影対象領域B1406Bは、道路1404を走行する車1403の各時刻における周期 T_{CYCLE} 撮影領域であり、各撮影対象領域は、GPSやジャイロコンパスなどを用いて取得した同車1403の位置を中心とした一定の大きさをもつ領域であり、操作端末1405から送信される。

【0196】

動作は以下の通りである。道路1404上に複数台設置された本発明の撮影領域調整装置のカメラ端末1401は無線ネットワーク1402を用いて他カメラ端末と通信する。道路1404上を走行する車1403に設置された操作端末1405は車1403の現在の存在位置を中心とした撮影対象領域の位置情報を各カメラ端末1401に無線ネットワーク1402を用いて送信する。

【0197】

以上の構成の撮影領域調整装置によれば、時間的に刻々と変化する車1403の位置を中心とした撮影対象領域内を死角なく撮影することが可能となる。これら死角なく撮影された画像情報は、無線ネットワーク1402を用いて車1403の運転者に提供されることにより、車1403の運転者は車の周囲情報を死角なく取得ことができ、車の安全走行や駐車を支援することになる。

【0198】

(実施の形態6)

次に、本発明の実施の形態6について説明する。本実施の形態では、実施の形態1から実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置のカメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域位置などの指定方法に関するいくつか補足する。

【0199】

実施の形態1から実施の形態4において、図17または図27における各カメラ端末A101Aからカメラ端末C101Cの調整部A202または周期画角調整部A204または周期画角調整部B205または調整部B206はそれぞれ、図20、図24、図26、図30に示すフローチャートをもとに動作を行う。本実施例では、図20に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の調整部A202は図32、図24に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の周期画角調整部A204は図33に示すフローチャート、図26に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の周期画角調整部B205は図34に示すフローチャート、図30に示すフローチャートで動作する各カメラ端末の調整部B206は図35に示すフローチャートをもとに動作を行うものとする。

【0200】

図32に示すフローチャートは、実施の形態1において説明した図20に示すフローチャートに対しステップ1504およびステップ1505が加えられたものであり、ステップ1504における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置の指定がなければ、実施の形態1と同様のステップ1501からステップ1503の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

【0201】

図33に示すフローチャートは、実施の形態2において説明した図24に示すフォロー チャートに対しステップ1604およびステップ1605が加えられたものであり、ステップ1604における判断がNo、つまり周期 T_{CYCLE} 撮影領域の画角の指定がなければ、実施の形態2と同様のステップ1601からステップ1603の処理が繰り返されるた

めに、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

【0202】

図34に示すフローチャートは、実施の形態3において説明した図26に示すフォローチャートに対しステップ1706およびステップ1707が加えられたものであり、ステップ1706における判断がNo、つまり周期T_{CYCLE}撮影領域の画角の指定がなければ、実施の形態3と同様のステップ1701からステップ1705の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

【0203】

図35に示すフローチャートは、実施の形態4において説明した図30に示すフォローチャートに対しステップ1803およびステップ1804が加えられたものであり、ステップ1803における判断がNo、つまり周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角の指定がなければ、実施の形態4と同様のステップ1801からステップ1802の処理が繰り返されるために、本発明の撮影領域調整装置の効果が得られることは言うまでもない。

【0204】

図32から図35に示すフローチャートにおいて、ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803における判断がYes、つまり周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角の指定があった場合は、ステップ1505またはステップ1605またはステップ1707またはステップ1804において、カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角を、ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803で指定された周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角に調整する。

【0205】

ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803における、指定される周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角は、人間がネットワーク103などを介して指定する。または、図18などにおける画像処理部213において、カメラ端末が撮影した画像から検出対象の位置および大きさをパターンマッチングなどの一般的な画像処理手法により検出する。そして、同検出した検出対象の位置を中心とし、同検出対象が周期T_{CYCLE}撮影領域内に収まる、周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角を指定する。

【0206】

以上のように、図32から図35に示すフローチャートをもとにカメラ端末が動作を行えば、周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角の指定がある場合、または、同指定があるカメラ端末に対しては、同周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角にカメラ端末は調整され、周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角の指定がない場合、または、同指定がないカメラ端末に対しては、実施の形態1から実施の形態4と同様に、カメラ端末が撮影対象領域を死角なく撮影する動作を行う。

【0207】

以上、カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の位置などの指定方法に関して幾つかの補足を記した。以下同補足内容を加味した本発明の撮影領域調整装置の動作例を、図36および図37を用いて説明する。

【0208】

図36(a)及び(b)において、カメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eは、実施の形態1から実施の形態4におけるカメラ端末であり、図32から図35に示すフローチャートをもとに動作する。ネットワーク1902は各カメラ端末1901Aからカメラ端末1901E間の情報を伝達するネットワーク、検出対象1903は各カメラ端末

1901Aからカメラ端末1901Eが検出する検出対象であり、撮影対象領域1904内に存在する。

【0209】

動作は以下の通りである。各カメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eは図32から図35に示すフローチャートをもとに動作する。カメラ端末1901Bは検出対象1903を検出しているため、ステップ1504またはステップ1604またはステップ1706またはステップ1803において、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角が指定される。指定される周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角は、検出対象1903の位置を中心とし、同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角である。この結果、カメラ端末1901Bは検出対象1903の位置を中心とし、同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角に調整される。カメラ端末1901A、カメラ端末1901C、カメラ端末1901D、カメラ端末1901Eは、検出対象1903を検出していなかったため、実施の形態1から実施の形態4と同様に、撮影対象領域1904を死角なく撮影されるように調整される。

【0210】

以上のカメラ端末1901Aからカメラ端末1901Eの動作によれば、検出対象1903が撮影対象領域1904に存在する場合においても、自動的に、検出対象1903の位置を中心とし同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる詳細な画像を取得すると共に、撮影対象領域1904を死角なく撮影する。以上の動作は検出対象1903が移動したとしても、検出対象1903を検出するカメラ端末が切り替わるだけであるので、同様の動作をすることは言うまでもない。

【0211】

なお、図36(a)及び(b)においては、カメラ端末B1901Bが検出対象1903を検知し、検出対象1903の位置を中心とし同検出対象1903が周期 T_{CYCLE} 撮影領域内に収まる詳細な画像を取得する。同カメラ端末B1901Bが自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を1902ネットワークを介して送信し続けるのであれば、カメラ端末A1901Aおよびカメラ端末C1901Cはカメラ端末B1901Bが撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域を隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域とするので、図36(a)に示すように、カメラ端末B1901Bとも協調して撮影対象領域1904を死角なく撮影する。また、カメラ端末B1901Bが自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を1902ネットワークを介して送信し続けないのであれば、カメラ端末A1901Aおよびカメラ端末C1901Cはカメラ端末B1901Bが撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域を隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域としないので、図36(b)に示すように、カメラ端末B1901Bとは協調せず撮影対象領域1904を死角なく撮影する。

【0212】

図36(a)に示すように、検出対象1903を検知し追尾撮影するカメラ端末B1901Bと協調する場合は、カメラ端末B1901Bの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の動き、つまり検出対象1903の動きにより、カメラ端末1901Aおよびカメラ端末1901Cおよびカメラ端末1901Dおよびカメラ端末1901Eの周期 T_{CYCLE} 撮影領域の動きがかなり影響をうけ、同周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影画像に乱れが生じる可能性がある。このため、たとえば、検出対象1903の動きが激しい場合は、同検出対象を撮影するカメラ端末は自身の周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置情報を1902ネットワークを介して送信しないようにすれば、この問題を解決することができる。

【0213】

図37において、カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cは、実施の形態1から実施の形態4におけるカメラ端末であり、図32から図35に示すフローチャートをもとに動作する。ネットワーク2002は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001

C間の情報を伝達するネットワーク、検出対象2003は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが検出する対象物であり、撮影対象領域2004内に存在する。以上は図36と同様であり、以上の構成によりカメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cは、検出対象2003が撮影対象領域2004に存在する場合においても、自動的に、検出対象2003の位置を中心とし同検出対象2003が周期T_{CYCLE}撮影領域内に収まる詳細な画像を取得すると共に、撮影対象領域2004を死角なく検出する。図37は図36に示す本発明の撮影領域調整装置に対し、以下の手段が負荷されている。画像合成手段2005は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが周期T_{CYCLE}の撮影期間に取得した各画像を1枚の画像などに合成する手段、表示手段2006は画像合成手段2005が合成した画像を表示する手段、指示手段2007は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cに対し周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角または周期T_{CYCLE}カメラのパン角またはチルト角を指定する手段である。

【0214】

動作は以下の通りである。画像合成手段2005は各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが撮影した画像および、各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが送信する周期T_{CYCLE}撮影領域の位置などの情報を、ネットワーク2002を介して受け取る。画像合成手段2005は各カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の位置などの情報を用いて、各カメラ端末が撮影した画像を図38に示すような、各画像の空間位置が連続する画像を合成する。合成した画像は表示手段2006に表示され、同画像情報は人間に提示される。なお、画像合成手段2005で合成に利用される各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが取得した画像および同画像を構成する画素の世界座標軸系の位置は数8などにより算出可能であるため、一般的な投影変換手法を用いれば、さまざまな視点の空間位置が連続する画像を合成することが画像合成手段2005において可能である。

【0215】

表示手段2006に表示された合成画像を見た人間は、自分が希望する合成画像上の領域の位置または画角を指示手段2007に入力する。入力においてはポインティングデバイスなどを用いて領域の位置または画角などを指示する。人間が指定した領域の位置または画角などを受けた指示手段2007は、現在同領域を周期T_{CYCLE}撮影領域内にもつカメラ端末を判定する。同判定は、各カメラ端末2001Aからカメラ端末2001Cが送信する周期T_{CYCLE}撮影領域の位置などの情報を用いれば簡単に判断することができる。そして指示手段2007は、上記判定により決定した人が指定した領域を周期T_{CYCLE}撮影領域内にもつカメラ端末に対し、人間が指定した領域の位置または画角などを同カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角としてネットワーク2002を介して指示する。周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角が指定されたカメラ端末は、同カメラ端末の周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角を、指定した周期T_{CYCLE}撮影領域の位置または画角に調整する。

【0216】

以上の動作によれば、人は撮影対象領域2004の領域を死角なく、かつ、さまざまな視点で、かつ、空間位置が連続する画像情報をとして受け取ることができる。更に、同画像情報をもとに指定した領域の位置または画角などを指定することにより、特定の領域位置または画角の画像も取得可能となる。例えば、ある領域の画角を小さくするように人間が指示手段2007に入力すれば、同領域に対し画角つまり解像度や撮影頻度Fが高い画像が表示手段2005に表示されることになる。これらの効果は、広範囲な撮影対象領域をもつビルなどの監視において有益である。

【0217】

(実施の形態7)

次に、本発明の実施の形態7について説明する。本実施の形態では、実施の形態1から実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置に関して、更にいくつかの点を補足する。

【0218】

実施の形態1から実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置において、図18または図23または図25または図29に示すカメラ端末は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角、または、時刻 T 撮影領域の位置または画角またはパン角またはチルト角はたはパン速度またはチルト速度などのパラメータすべてが可変あったが、すべてではなく、いずれかのパラメータが可変であっても、実施の形態1から実施の形態4に記した同様の効果を得られる。さらに、複数台あるカメラ端末のうちに、全パラメータが可変でないカメラ端末が存在していたとしても、実施の形態1から実施の形態4に記した同様の効果を得られる。なぜならば、全パラメータが可変でなく周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置や画角を調整不可能なカメラ端末が存在していたとしても、同カメラ端末の周期 T_{CYCLE} 撮影領域を隣接する周期 T_{CYCLE} 撮影領域として、パラメータが可変で周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置や画角を調整可能なカメラ端末が、実施の形態1から実施の形態4に記した動作をするので、実施の形態1から実施の形態4に記した同様の効果を得られる。

【0219】

また、実施の形態1から実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置において、図18または図23または図25または図29に示すカメラ端末は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角、または、時刻 T 撮影領域の位置または画角またはパン角またはチルト角はたはパン速度またはチルト速度などを、姿勢制御部214において、ステッピングモーターなどを用いた機械的な制御機構により調整していた。しかし、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置または画角または周期 T_{CYCLE} カメラのパン角またはチルト角、または、時刻 T 撮影領域の位置または画角またはパン角またはチルト角はたはパン速度またはチルト速度などを調整することが可能なものであれば、ステッピングモーターなどを用いた機械的な制御機構でなくてもよい。

【0220】

たとえば、図39に示すパーシャルスキャンと呼ばれる技術を用いて、カメラのパン角およびチルト角および画角を電子的に制御するカメラがある。図39(a)、(b)及び(c)において、2201は像を結像させるためのレンズ、2202はレンズ2201で結像した像を撮影するCCDなどの撮像面、2203は撮像面2202が撮影した画像のうち2204に示す画像取り込む範囲のみの画像を取り込む画像取り込み制御部である。2203画像取り込み制御部は、撮像面2202がCCDであれば、CCDの読み取り画素のアドレスを制御することにより、電子的に画像取り込む範囲2204のみの画像を読み出すことが可能である。また同アドレス制御を変更することにより、画像取り込む範囲2204を変更することが可能である。パーシャルスキャンよ呼ばれる技術では、図39(a)、(b)及び(c)に示すように、画像取り込む範囲2204を変更することにより、カメラのパン角およびチルト角および画角を電子的に制御している。

【0221】

また、実施の形態1から実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置においては、図17および図27に示すように、実空間面113を $Z_W=0$ としていた。しかし、図40に示すように（図40の構成要素は図17と同じである）、実空間面113を $Z_W=C$ とした場合であっても、実施の形態1から実施の形態4に記した同様の効果を得られることはいうまでもない。更に、各カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域は、 Z_W 軸112の0方向近くなるほど、その周期 T_{CYCLE} 撮影領域は広がる。このため、図40の撮影対象立体領域213のように、撮影対象領域が立体であっても、死角なく撮影することが可能である。

【0222】

また、実施の形態1から実施の形態4に記した本発明の撮影領域調整装置は、各カメラ端末が撮影する周期 T_{CYCLE} 撮影領域の位置や画角を調整することにより、実施の形態1から実施の形態4に記した効果を得ている。ここで、（周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法）に説明したように、周期 T_{CYCLE} 撮影領域は、時刻 T 撮影領域の位置をパン速度 V_p およ

びチルト速度 V_T で移動させることにより撮影されるが、周期 T_{CYCLE} 撮影領域の撮影方法におけるパン速度 V_p およびチルト速度 V_T を 0 とした場合、周期 T_{CYCLE} 撮影領域は時刻 T 撮影領域と一致する。このため、実施の形態 1 から実施の形態 4 に記した本発明の撮影領域調整装置は、周期 T_{CYCLE} 撮影領域ではなく、各カメラ端末が撮影する時刻 T 撮影領域の位置や画角を調整することにより、実施の形態 1 から実施の形態 4 に記した同様の効果を得ることは言うまでもない。

【0223】

また、上記実施の形態 1 ~ 4 では、カメラ 201 を、一般的なカメラとして取り扱っているが、同カメラ 201 は可視光または赤外や紫外などの非可視光を検知するカメラであっても、同様の効果を得られることは言うまでもなく、更に、微動センサ、圧力センサ、温度センサ、気圧センサ、音センサ（マイク）など、撮影領域をもち、かつ、撮影領域位置が可変な一般的にセンサであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。更に、一般的なカメラとこれらセンサの組み合わせであっても、同様の効果を得られることは言うまでもない。

【0224】

たとえば、図 41 (a) に示されるような指向特性をもったマイクについて、図 41 (b) に示されるように、一定以上の感度で音を検知できる方向（領域）をセンス領域と定義できるので、上記実施の形態におけるカメラのパンおよびチルトと同様にマイクの姿勢を制御して一定周期でスキャンさせることで、図 41 (c) に示されるように、カメラ端末における周期 T_{CYCLE} 撮影領域に対応する周期 T_{CYCLE} 検出領域（つまり、「仮想検出領域」）を定義することができる。つまり、本発明は、カメラだけでなく、上記の各種センサにも適用することができる。

【0225】

また、上記実施の形態では、カメラは固定カメラであったが、移動カメラであってもよい。図 42 は、本発明に係る撮影領域調整装置を移動カメラから構成される監視システムに適用した場合の監視システムの構成を示すブロック図である。この監視システムは、通信ネットワーク 1103 で接続された複数の移動カメラ 1101 等から構成され、監視領域 1111 をくまなく監視できるように、それら複数の移動カメラ 1101 がパンおよびチルトだけでなく、自律協調的に移動する点に特徴を有する。移動カメラ 1101 は、移動部 1102 に支持されて移動するカメラ装置である。移動部 1102 は、移動カメラ 1101 の撮影位置を変更させる機構部等である。通信ネットワーク 1103 は、複数の移動カメラ 1101 を結ぶ伝送路である。通信部 1104 は、移動カメラ 1101 が通信ネットワーク 1103 を介して他の移動カメラと情報のやりとりを行うための通信インターフェースである。隣接撮影領域特定部 1105 は、通信部 1104 に通知された他の移動カメラからの情報に対して、撮影領域が隣り合う移動カメラを推定する処理部である。撮影素子 1106 は、監視領域内の映像を取り込む CCD カメラ等である。撮影領域推定部 1107 は、撮影素子 1106 の特性と、移動部 1102 の位置から移動カメラ 1101 の撮影領域を推定する処理部である。監視範囲記憶部 1108 は、移動カメラ 1101 が監視すべき領域の範囲を記憶しているメモリ等である。撮影位置評価部 1109 は、移動カメラ 1101 の撮影領域と互いに隣り合う撮影領域の重なり領域、または監視領域の境界との距離を評価する処理部である。撮影位置変更部 1110 は、移動部 1102 を制御し、移動カメラ 1101 の撮影位置を変更させる制御部である。監視領域 1111 は、移動カメラ 1101 が監視すべき領域である。撮影領域 1112 は、移動カメラ 1101 によって撮影されている領域である。このような監視システムによれば、移動カメラ 1101 は、自身の撮影位置と撮影素子 1106 の特性により推定される撮影領域に関する情報を周囲の移動カメラと通知し合い、隣り合う撮影領域との重なり領域の大きさと、監視領域の境界との距離が所定の状態に近づくように周囲の移動カメラと協調しながらパン、チルトおよび撮影位置を変更することにより、複数の移動カメラ 1101 による同時撮影において監視領域内の死角が少なくなる撮影位置に移動することができる。

【0226】

図43は、その監視システムにおける移動カメラ1101の動作の様子を示す。本図では、説明を簡単にするために横方向（1次元）に移動できる移動カメラ1101を高さが一定な部屋の天井に設置し、床面を監視させる場合が示されている。上図に示されるように、移動カメラ1101を天井の適当な位置に設置しても、移動カメラは互いの撮影領域の重なり領域の幅Cまたは監視領域の境界との距離Dが所定の値に近づくように撮影位置を変更することにより、下図に示されるように、監視領域全体を複数の移動カメラで端末同時に撮影できる位置に自動的に移動することが可能となる。さらに、例えば高い天井などのように設置作業が難しい場所において、一ヶ所にまとめて移動カメラ1101を設置しても、移動カメラの方が複数の移動カメラによる同時撮影において死角が少なくなる位置に自動的に移動するため、移動カメラの設置位置の決定や設置作業といった負担を減らすことが可能となる。この実現方法の一例としては、図44に示すように、監視領域内にレールを設置し、そのレールの軌道上を移動カメラが移動するようにシステムを構成すればよい。

【産業上の利用可能性】

【0227】

本発明にかかる撮影領域調整装置は、カメラ等の撮像装置の撮影領域を調整する装置として、例えば、複数のカメラからなる監視装置や撮影システム等として、特に、死角なく所定の撮影対象領域を効率的に覆う必要がある撮影システム等として、有用である。

【図面の簡単な説明】

【0228】

【図1】カメラの撮影領域を説明する図

【図2】検出対象と周期T_{CYCLE}撮影領域の関係を説明する図

【図3】カメラの周期T_{CYCLE}撮影領域の大きさと各種パラメータの関係を説明する図

【図4】カメラの周期T_{CYCLE}撮影領域の大きさと各種パラメータの関係を説明する図

【図5】カメラの撮影領域の位置を説明する図

【図6】周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法を説明する図

【図7】周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法を説明する図

【図8】周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャート

【図9】周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャート

【図10】周期T_{CYCLE}撮影領域の撮影方法の手順を示すフローチャート

【図11】撮影領域の形状を説明する図

【図12】撮影領域の形状を説明する図

【図13】領域判定方法を説明する図

【図14】当該撮影領域に対し他撮影領域がどの方向に存在するかを判定する方法を説明する図

【図15】領域分割の手法を説明する図

【図16】領域分割の手法を説明する図

【図17】本発明の実施の形態1における撮影領域調整装置の構成ブロック図

【図18】本発明の実施の形態1におけるカメラ端末の構成ブロック図

【図19】本発明の実施の形態1における操作端末の構成ブロック図

【図20】本発明の実施の形態1における調整部Aが行う処理を示すフローチャート

【図21】本発明の実施の形態1における関数F A（）を示す説明図

【図22】本発明の実施の形態1における関数F A（）を示す説明図

【図23】本発明の実施の形態2におけるカメラ端末の構成ブロック図

【図24】本発明の実施の形態2における画角調整部Aが行う処理を示すフローチャート

【図25】本発明の実施の形態3におけるカメラ端末の構成ブロック図

【図26】本発明の実施の形態3における画角調整部Bが行う処理を示すフローチャ

ート

- 【図 2 7】本発明の実施の形態4における撮影領域調整装置の構成ブロック図
【図 2 8】本実施の形態4における撮影領域調整装置の実空間面上における各周期T CYCLE撮影領域の視点などを詳細に示す図である。
【図 2 9】本発明の実施の形態4におけるカメラ端末の構成ブロック図
【図 3 0】本発明の実施の形態4における調整部Bが行う処理を示すフローチャート
【図 3 1】本発明の実施例5における撮影領域調整装置の構成ブロック図
【図 3 2】本発明の実施例6における調整部Aが行う処理を示すフローチャート
【図 3 3】本発明の実施例6における画角調整部Aが行う処理を示すフローチャート
【図 3 4】本発明の実施例6における画角調整部Bが行う処理を示すフローチャート
【図 3 5】本発明の実施例6における調整部Bが行う処理を示すフローチャート
【図 3 6】本発明の実施例6における撮影領域調整装置の構成ブロック図
【図 3 7】本発明の実施例6における撮影領域調整装置の構成ブロック図
【図 3 8】本発明の実施例6における撮影領域調整装置の表示手段が表示する画像
【図 3 9】バーシャルスキャンの説明図
【図 4 0】本発明の変形例における撮影領域調整装置の表示手段が表示する画像
【図 4 1】本発明をマイクに適用した例を説明する図
【図 4 2】移動カメラから構成される監視システムの構成を示すブロック図
【図 4 3】監視システムにおける移動カメラの動作の様子を示す図
【図 4 4】監視領域内に設置されたレールの軌道上を移動カメラが移動する様子を示す図
【図 4 5】第1の従来技術における構成ブロック図
【図 4 6】第1従来技術におけるカメラ視野範囲を示す説明図
【図 4 7】第2従来技術における構成ブロック図
【図 4 8】第2従来技術における動作説明図
【図 4 9】第2従来技術における動作説明図
【図 5 0】第2従来技術における動作説明図
【図 5 1】第2従来技術における動作説明図
【図 5 2】第3従来技術における動作説明図
【図 5 3】第3従来技術における動作説明図

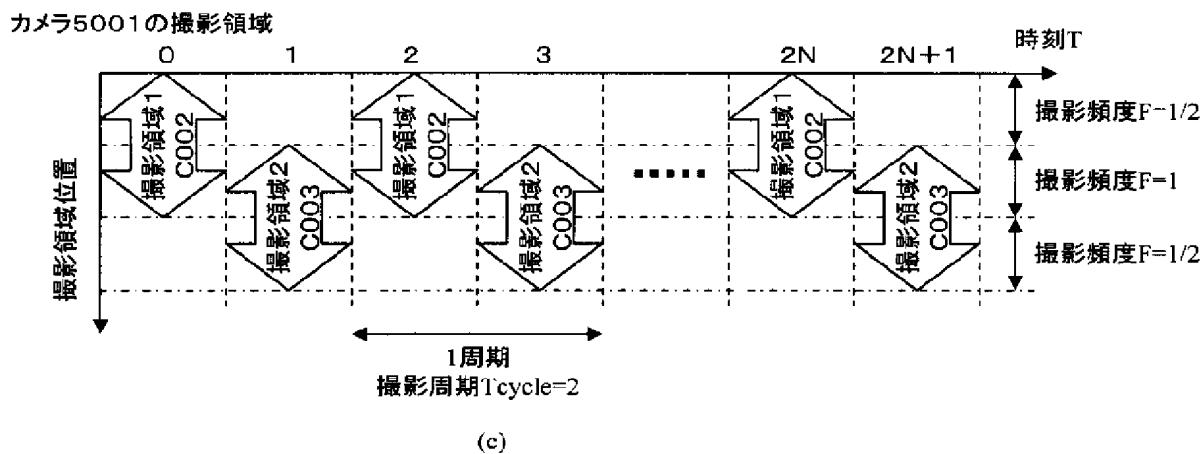
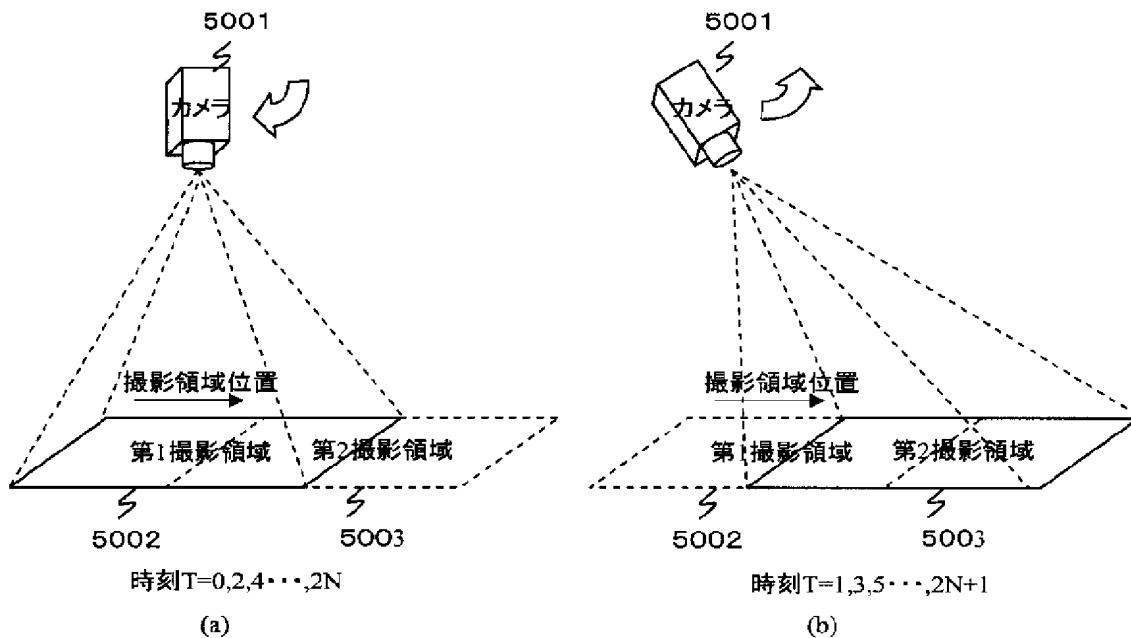
【符号の説明】

【0 2 2 9】

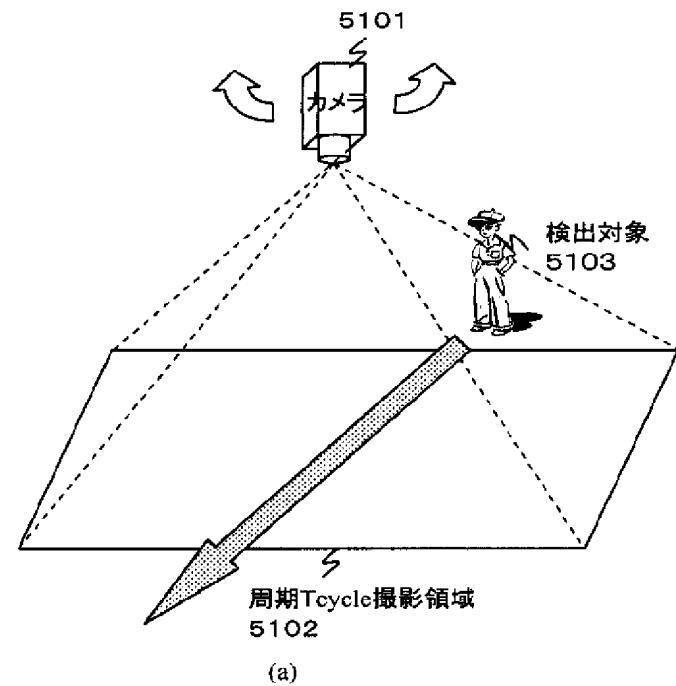
- 1 0 1 A～C カメラ端末A～C
1 0 2 操作端末
1 0 3 ネットワーク
2 0 1 カメラ
2 0 2 調整部A
2 0 3 通信部
2 0 4 周期画角調整部A
2 0 5 周期画角調整部B
2 0 6 調整部B
2 0 7 周期画角調整部B
2 0 7 周期画角調整部C
2 1 1 レンズ
2 1 2 撮像面
2 1 3 画像処理部
2 1 4 姿勢制御部
2 1 5 周期撮影制御部
3 0 1 入力部
3 0 2 記憶部

【書類名】図面

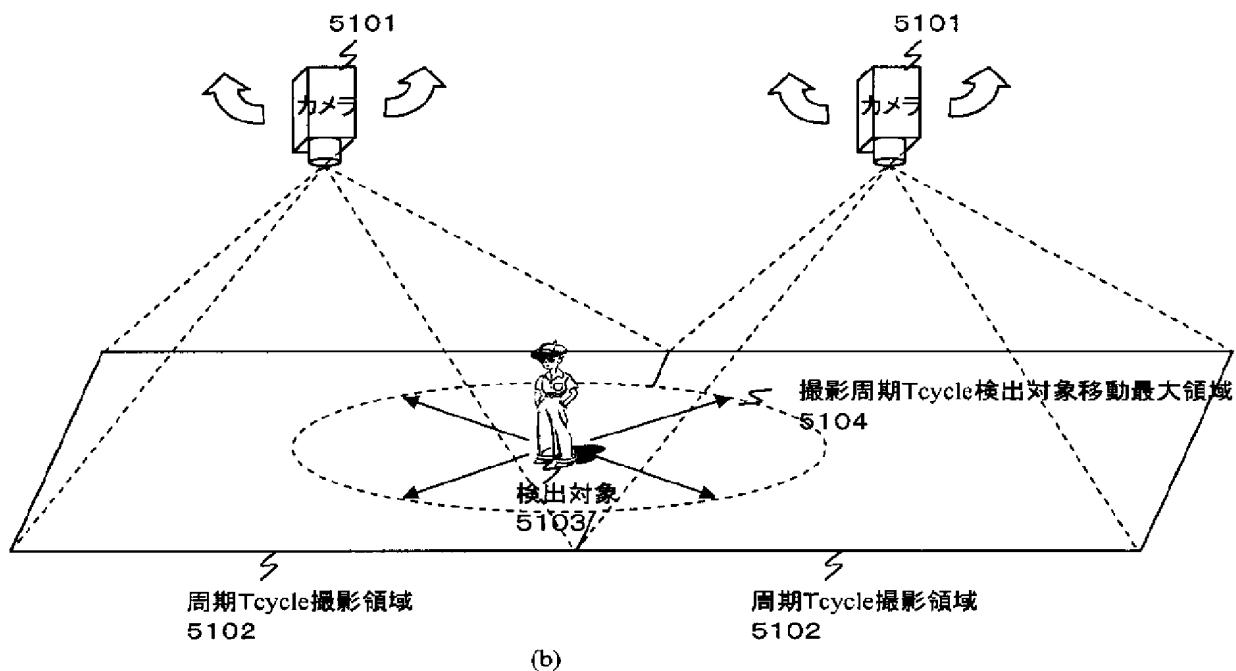
【図 1】



【図 2】

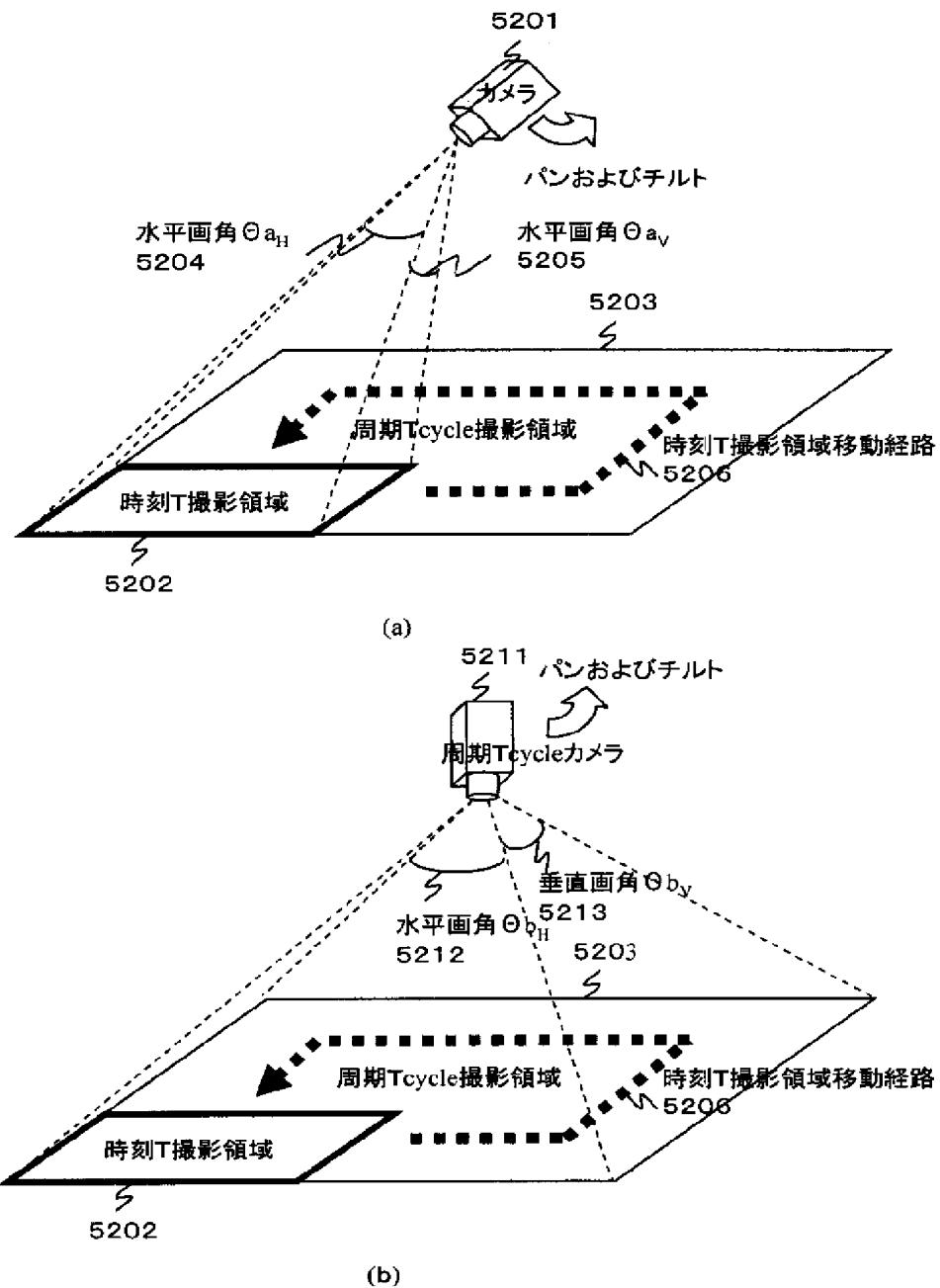


(a)

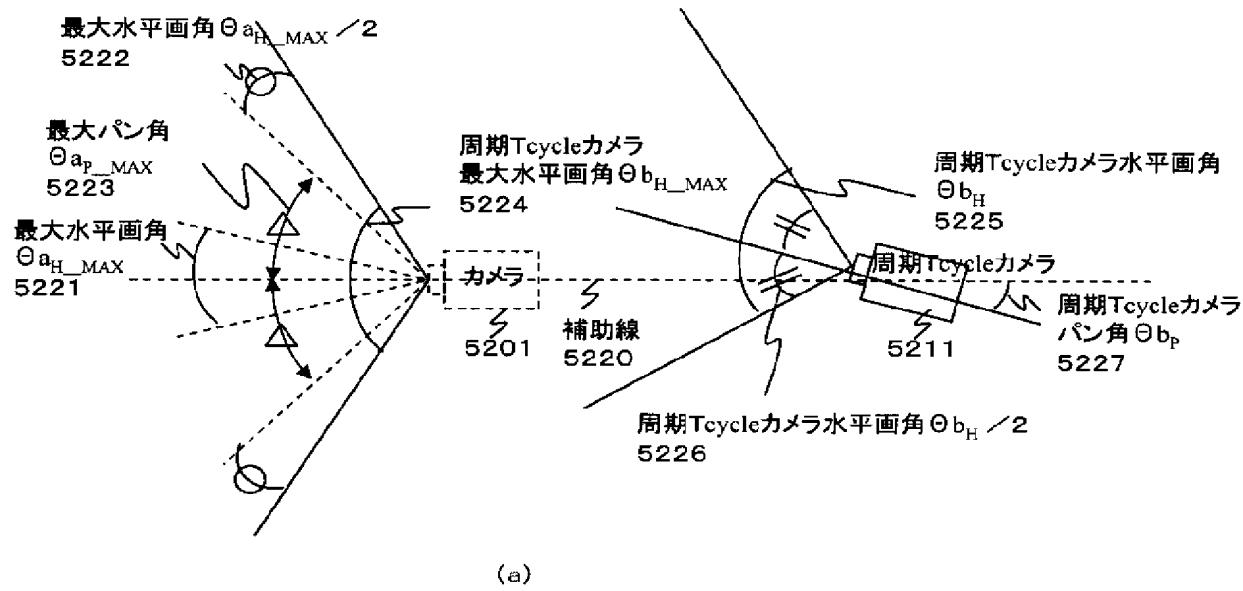


(b)

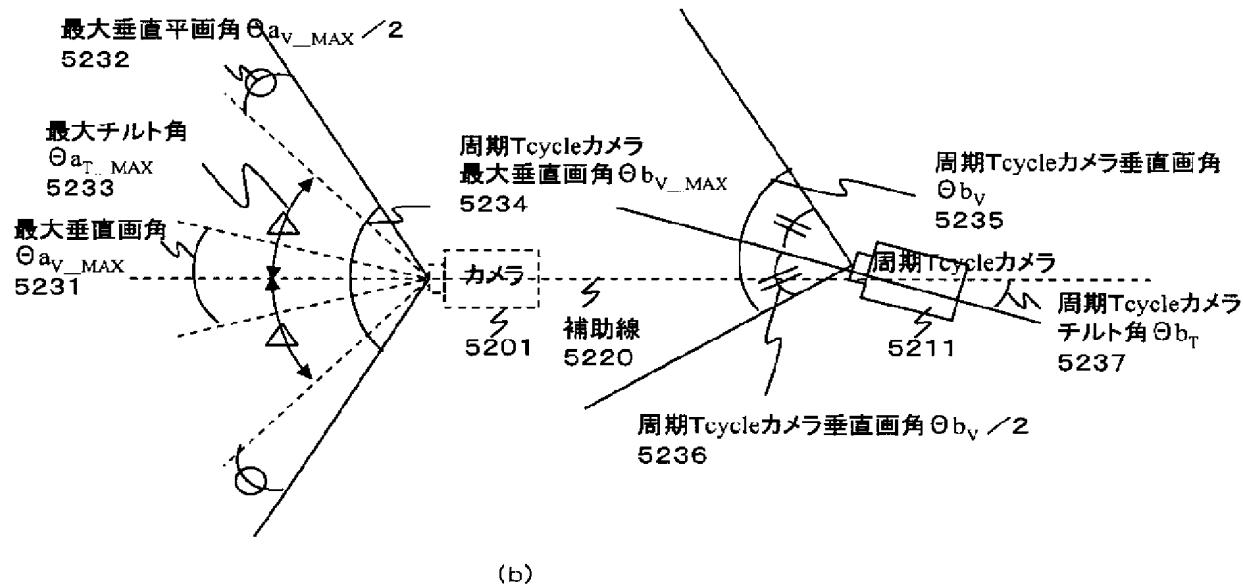
【図 3】



【図 4】

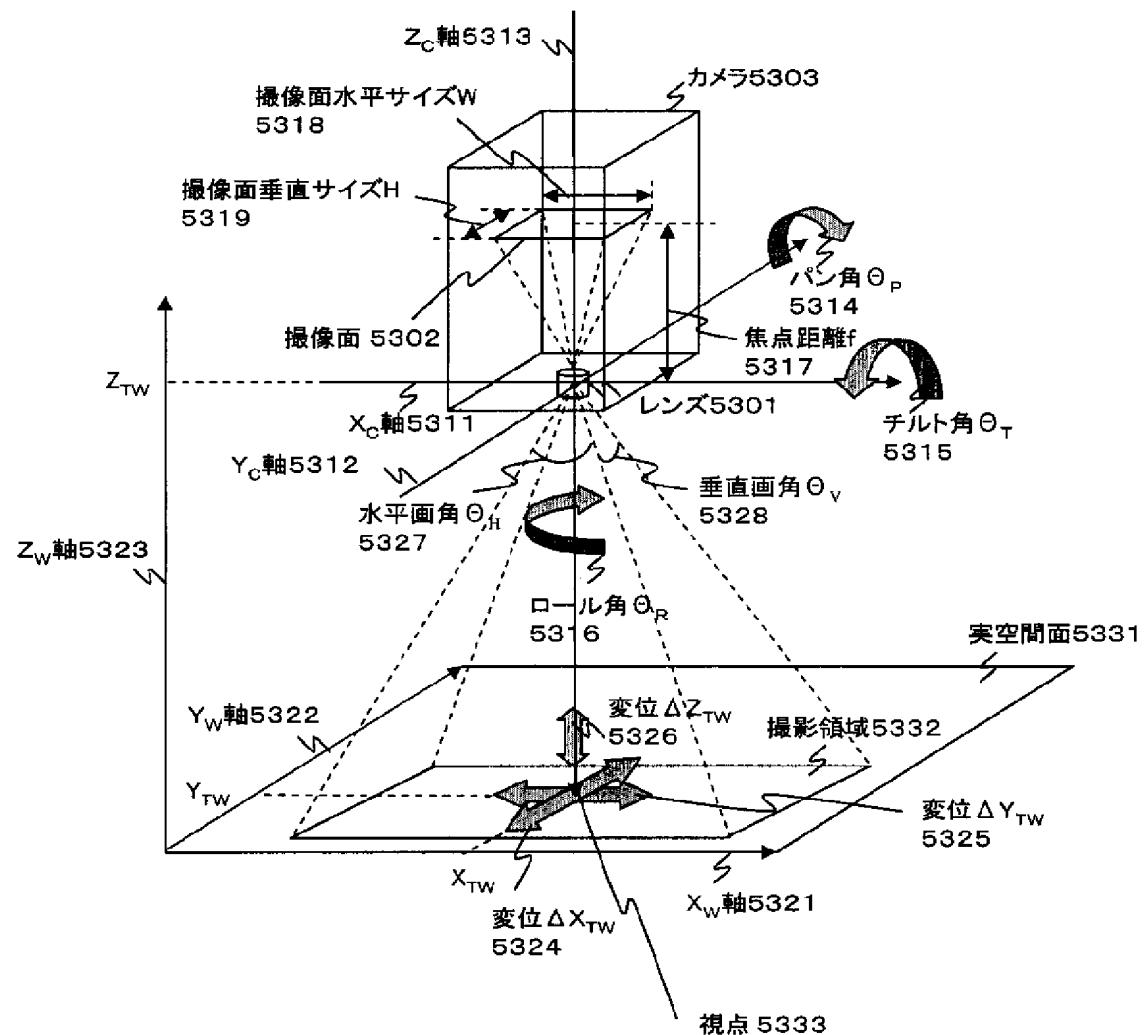


(a)

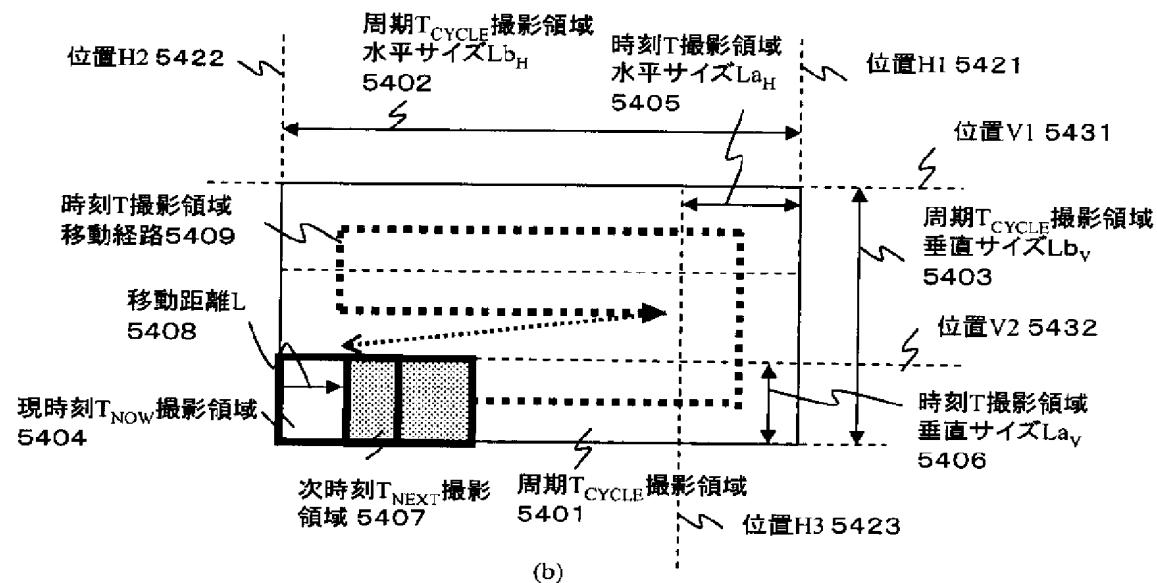
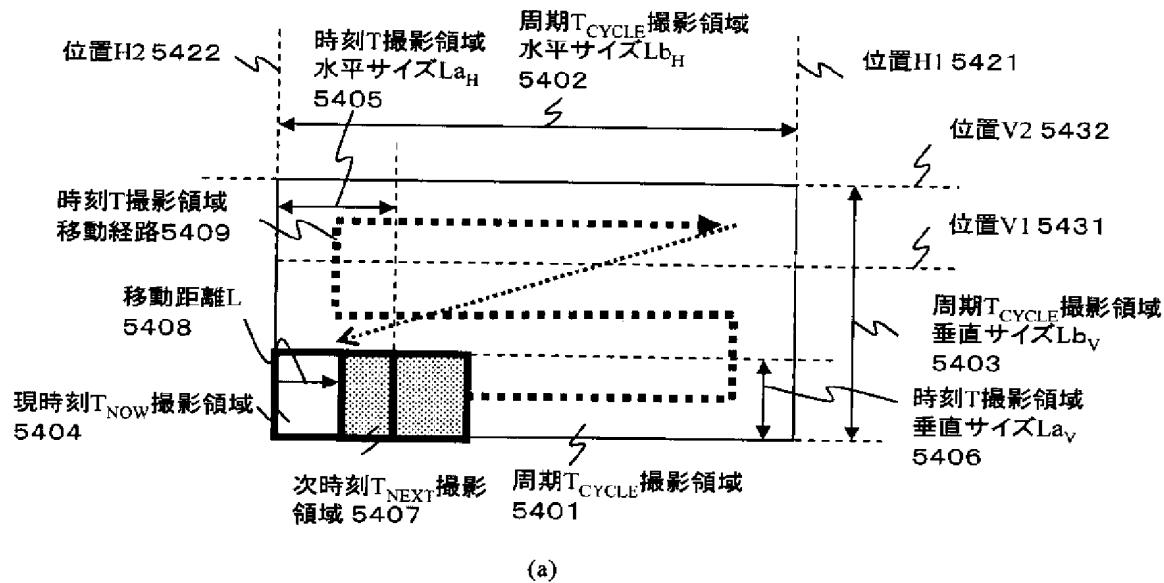


(b)

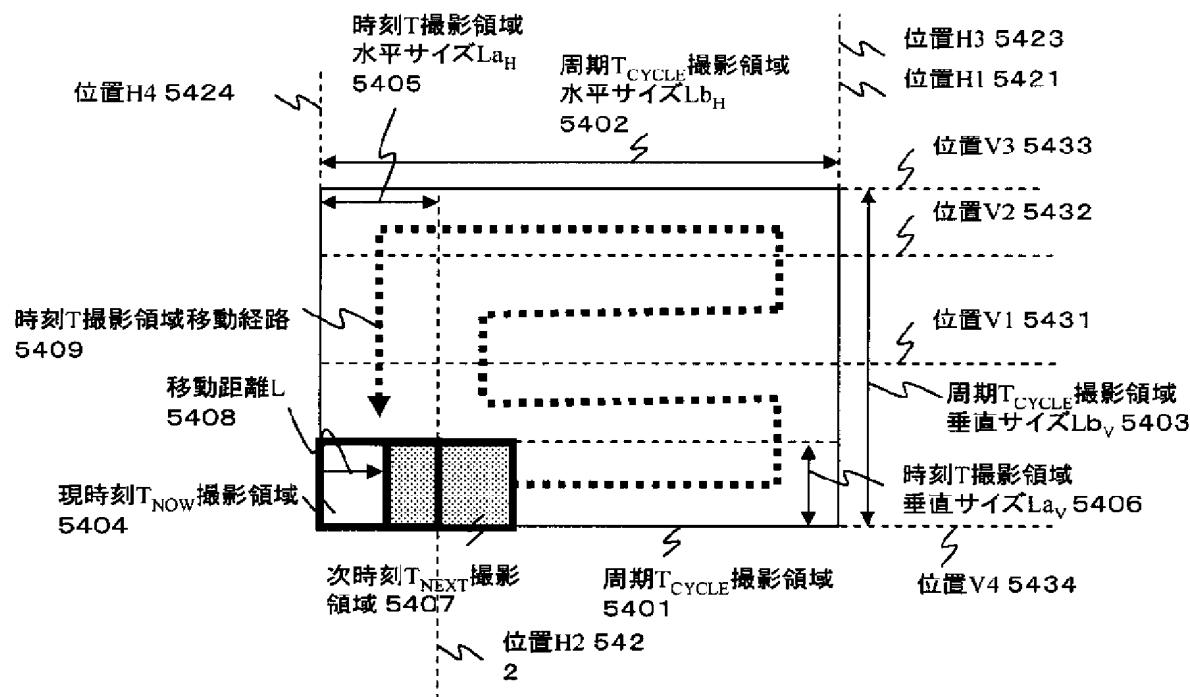
【図 5】



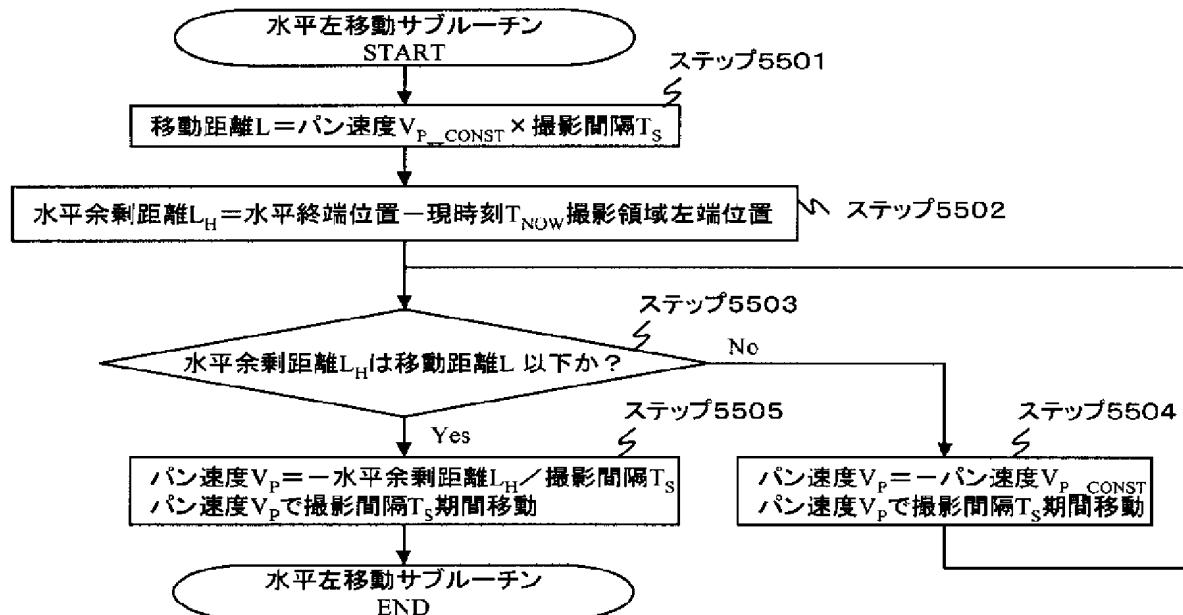
【図 6】



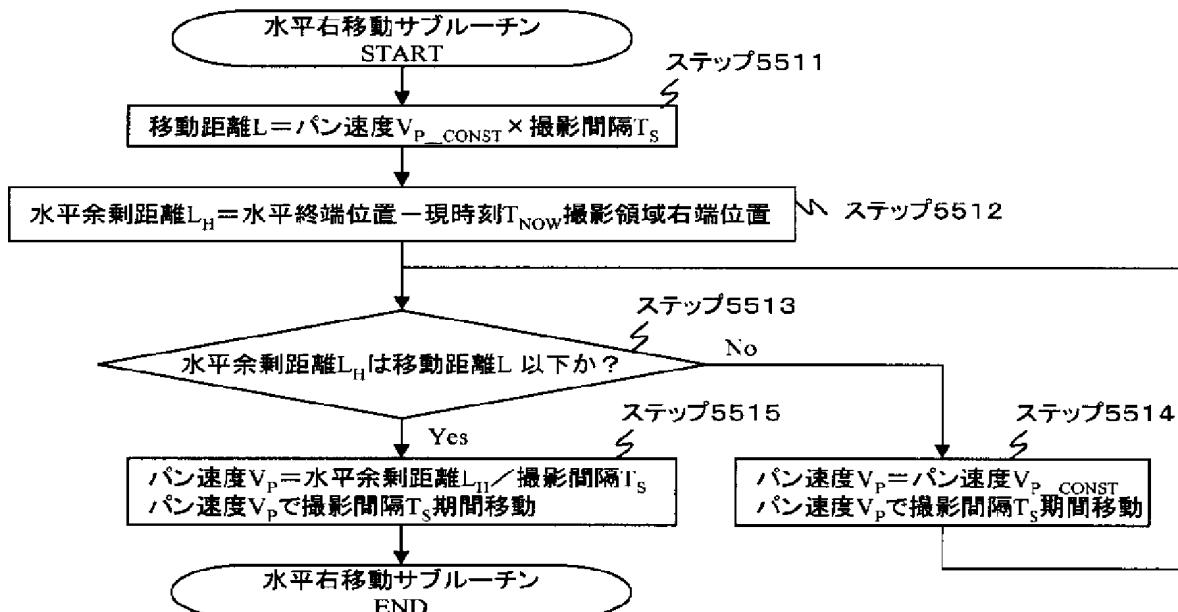
【図 7】



【図 8】

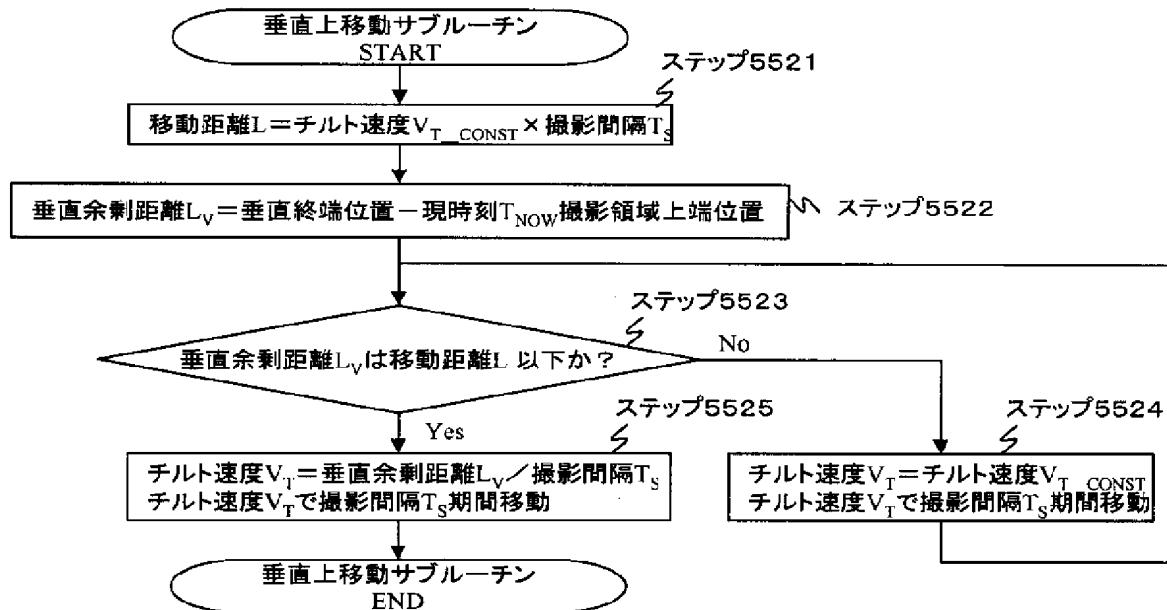


(a)

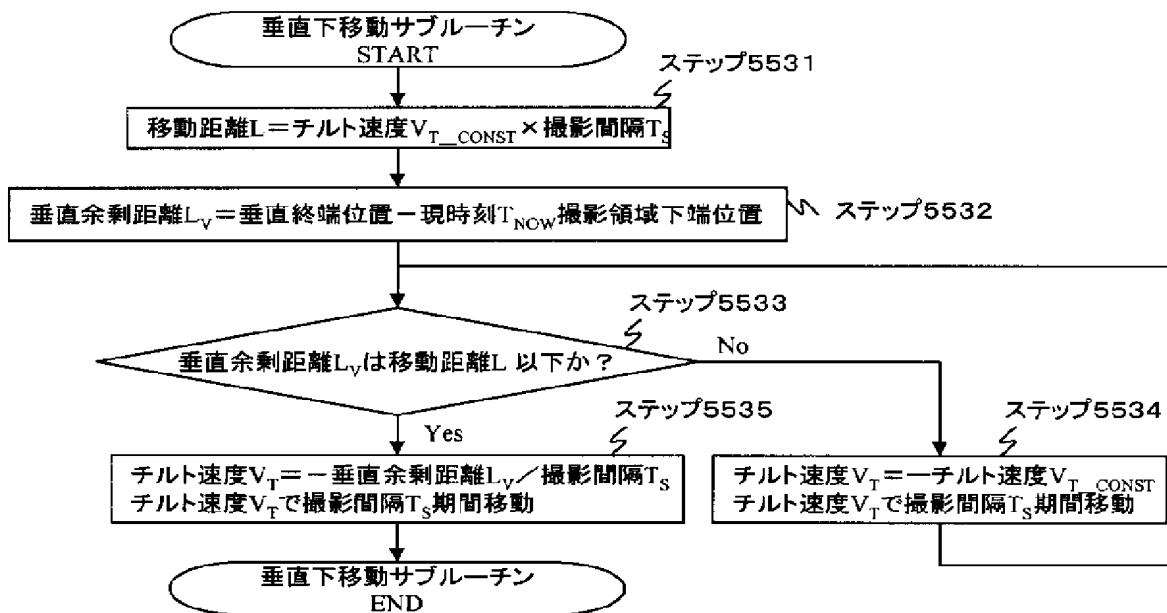


(b)

【図 9】

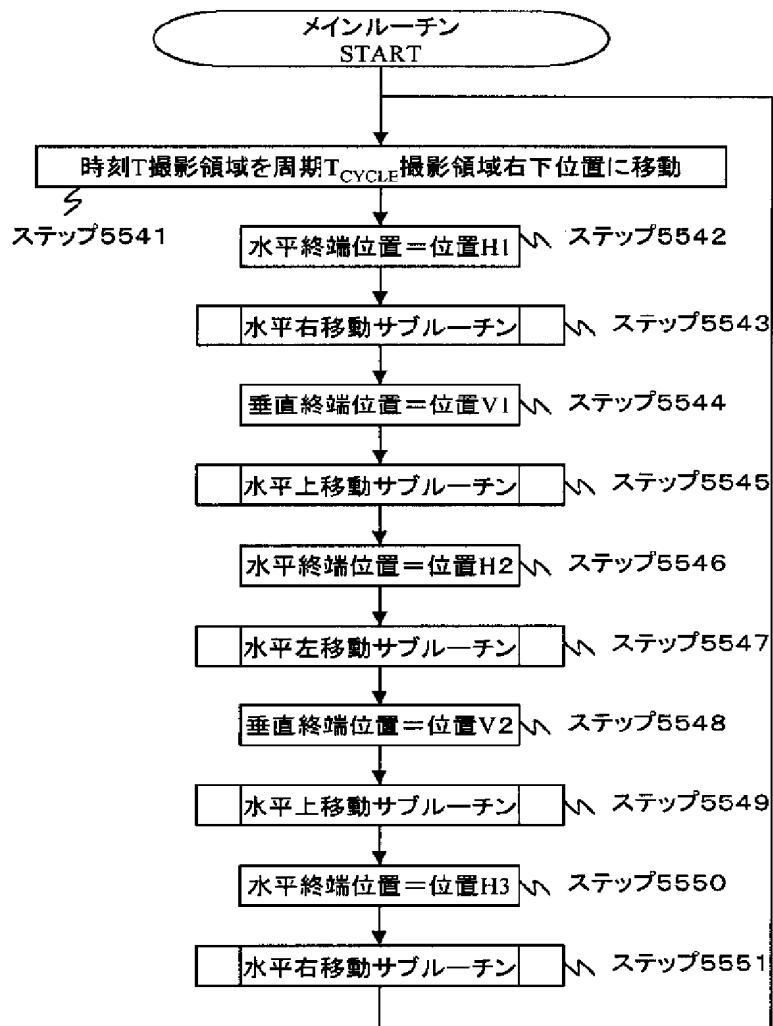


(a)

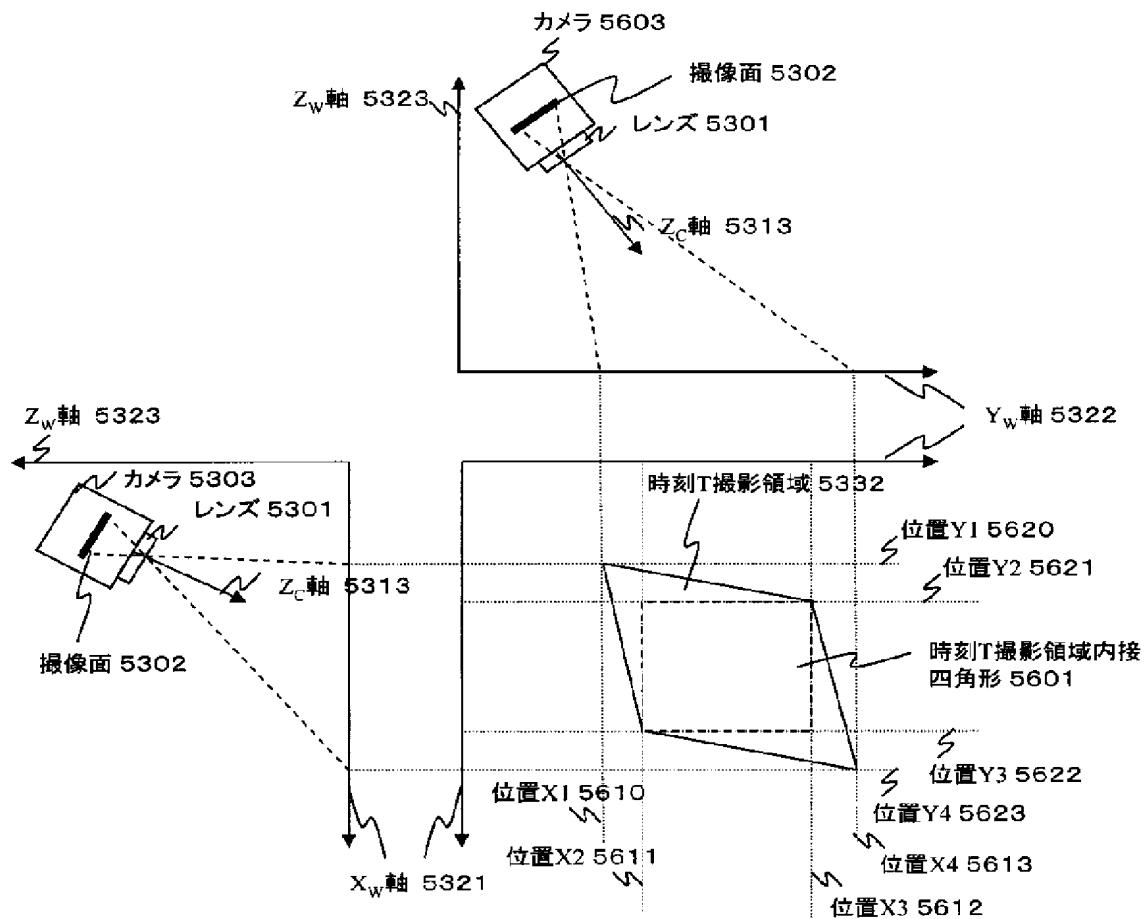


(b)

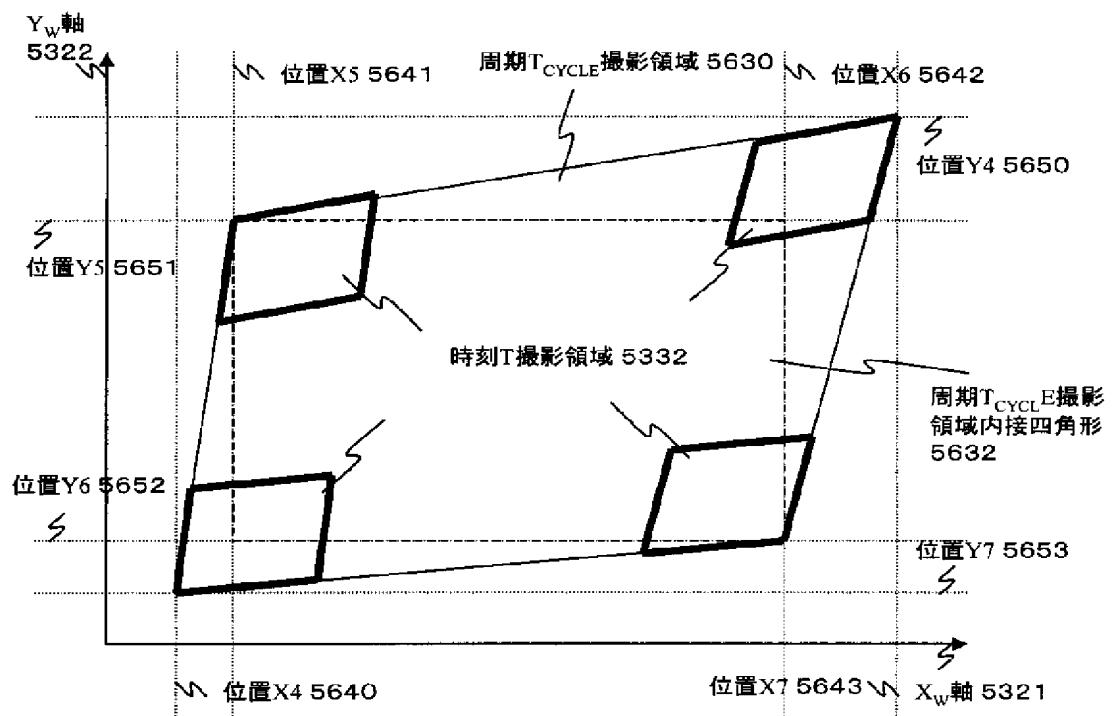
【図 10】



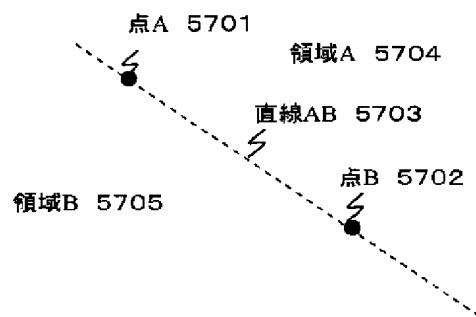
【図 1-1】



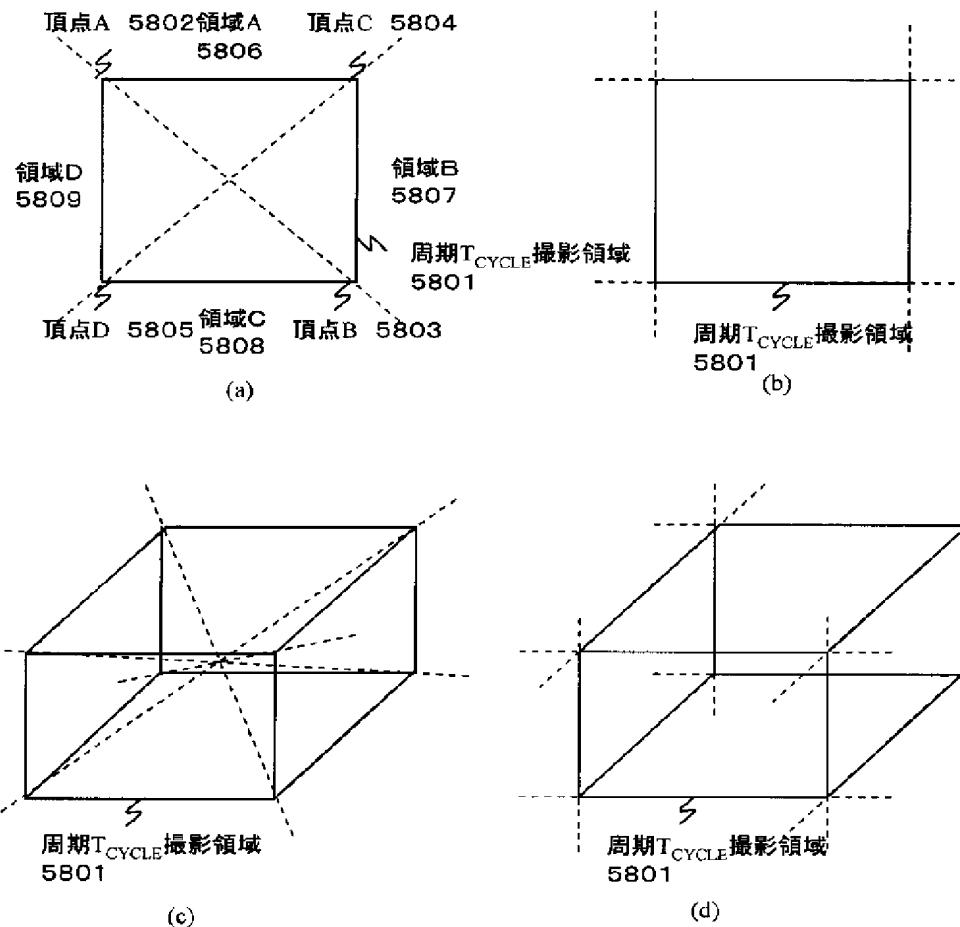
【図 1-2】



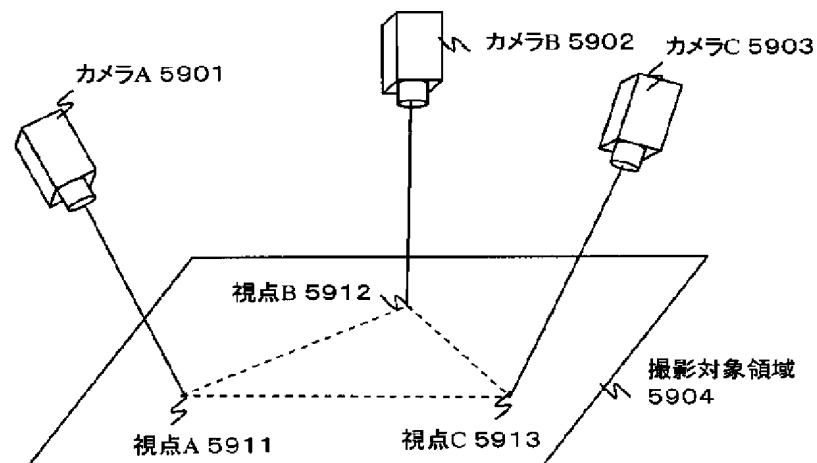
【図 1-3】



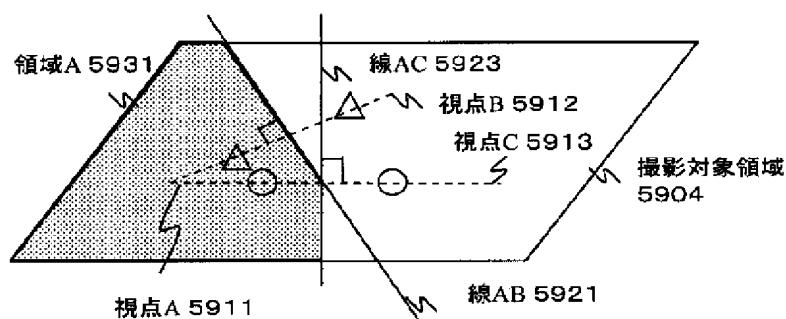
【図 1-4】



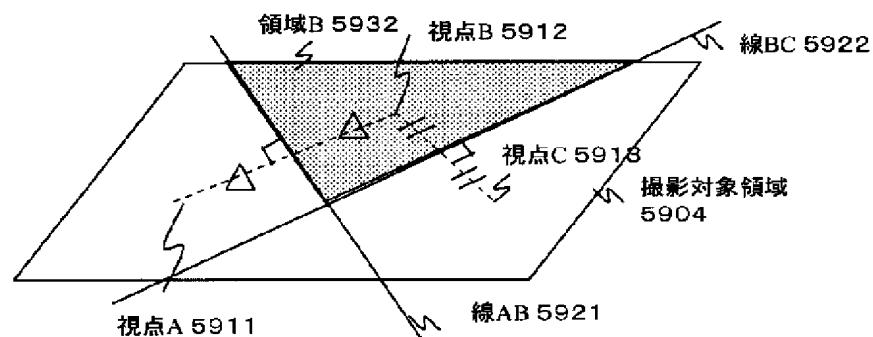
【図 15】



(a)

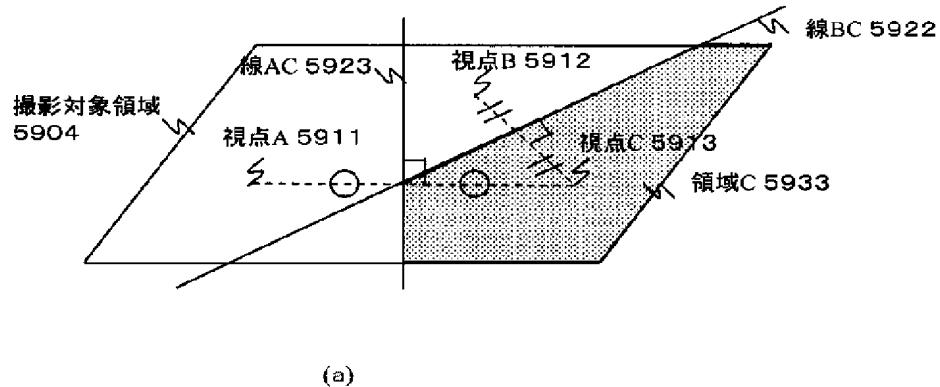


(b)

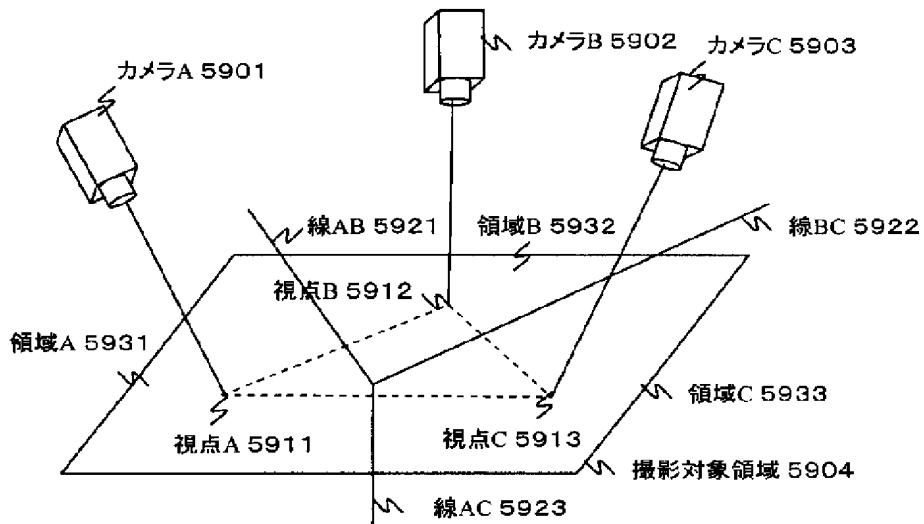


(c)

【図 16】

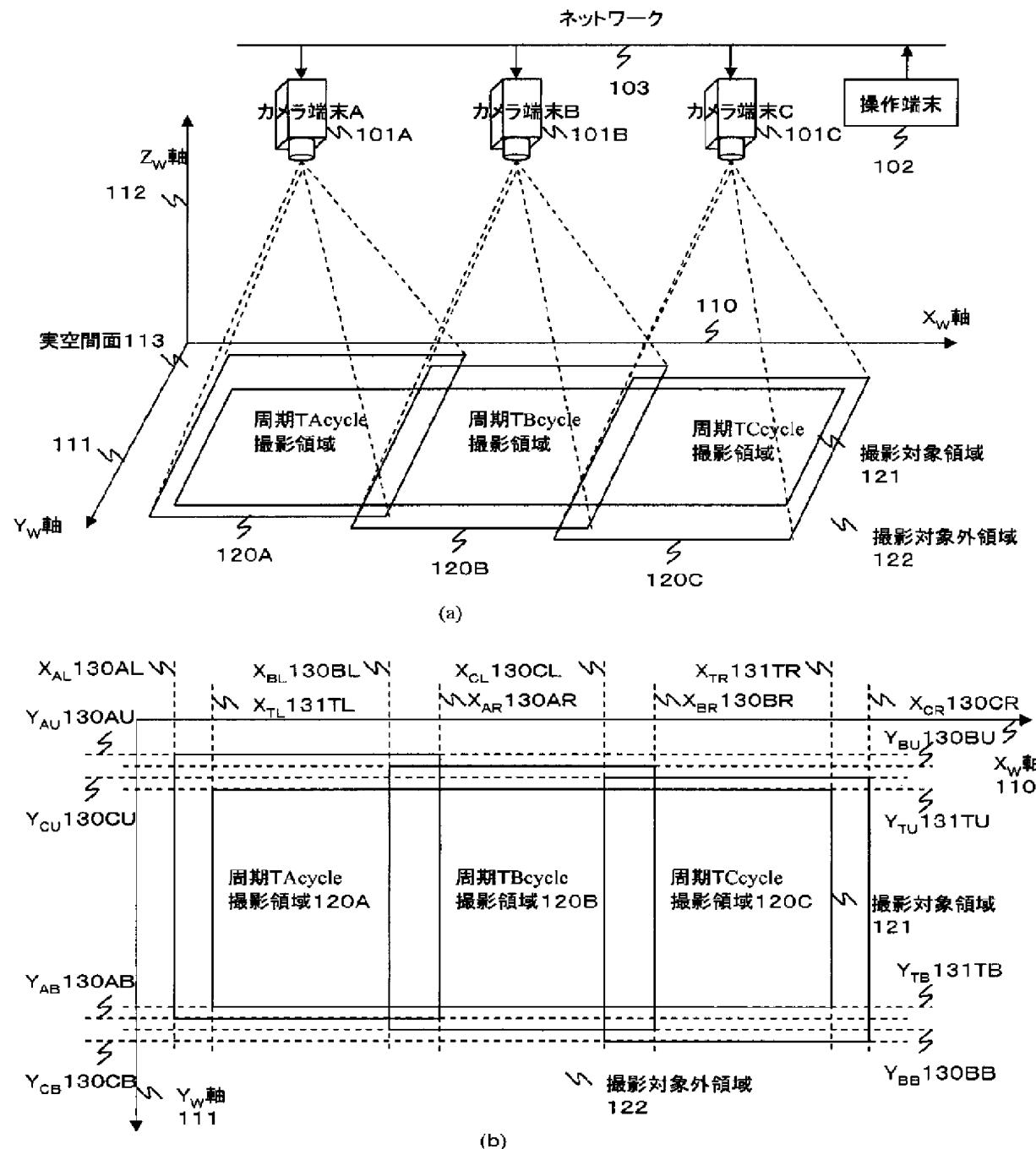


(a)

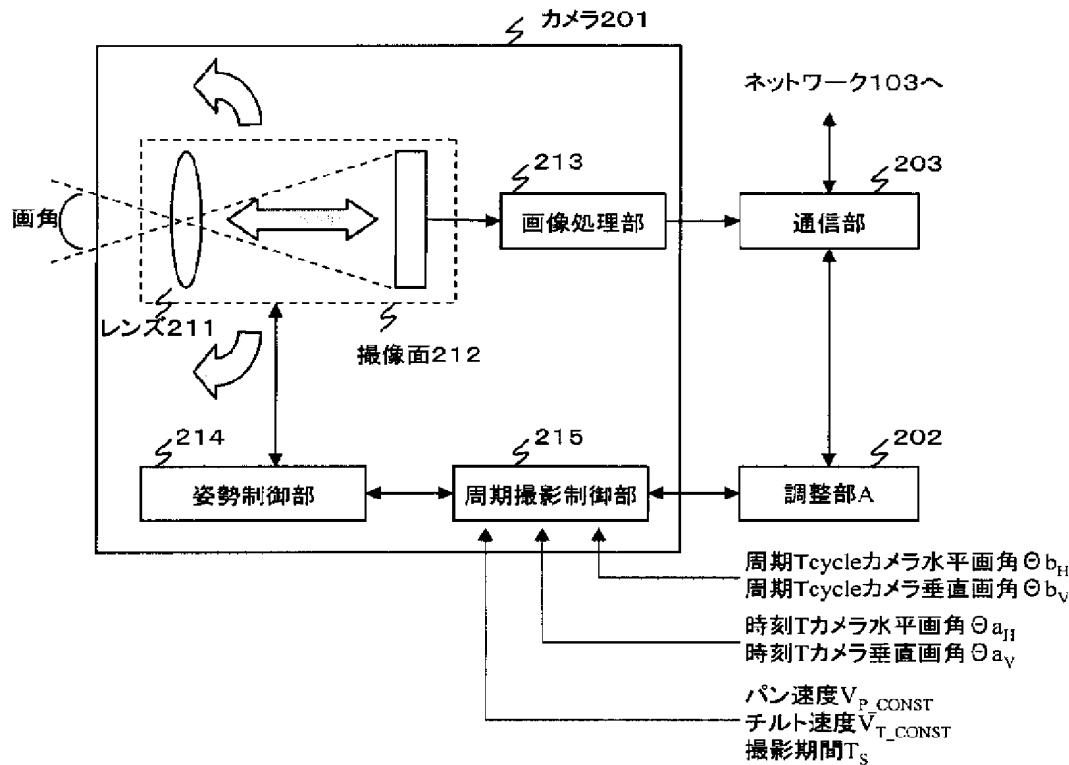


(b)

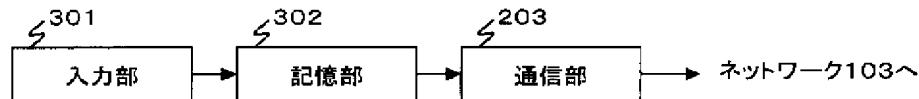
【図 17】



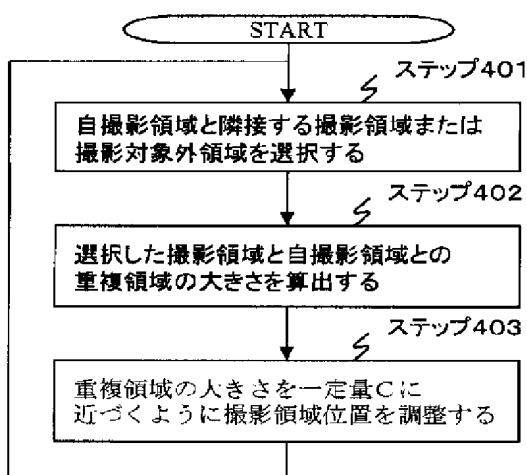
【図 18】



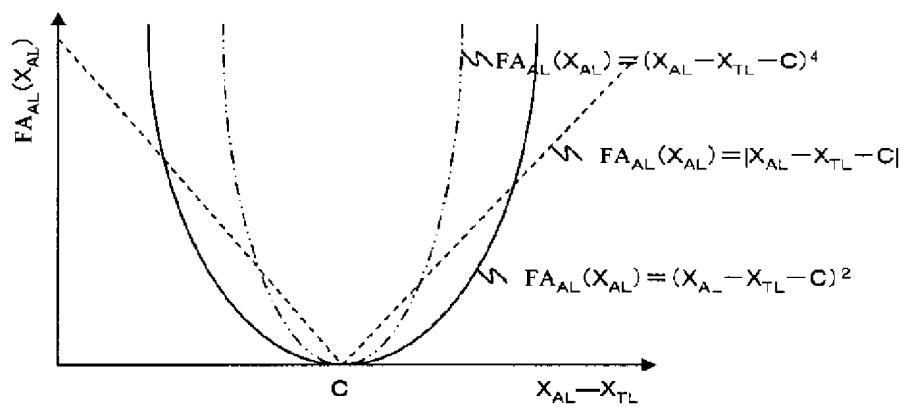
【図 19】



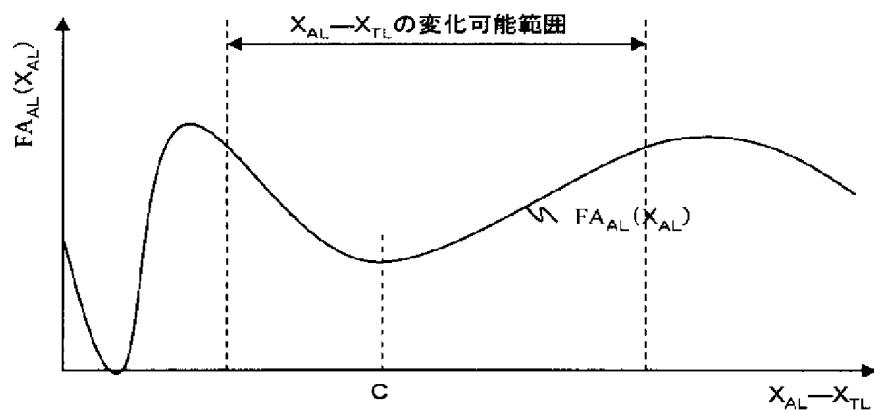
【図 20】



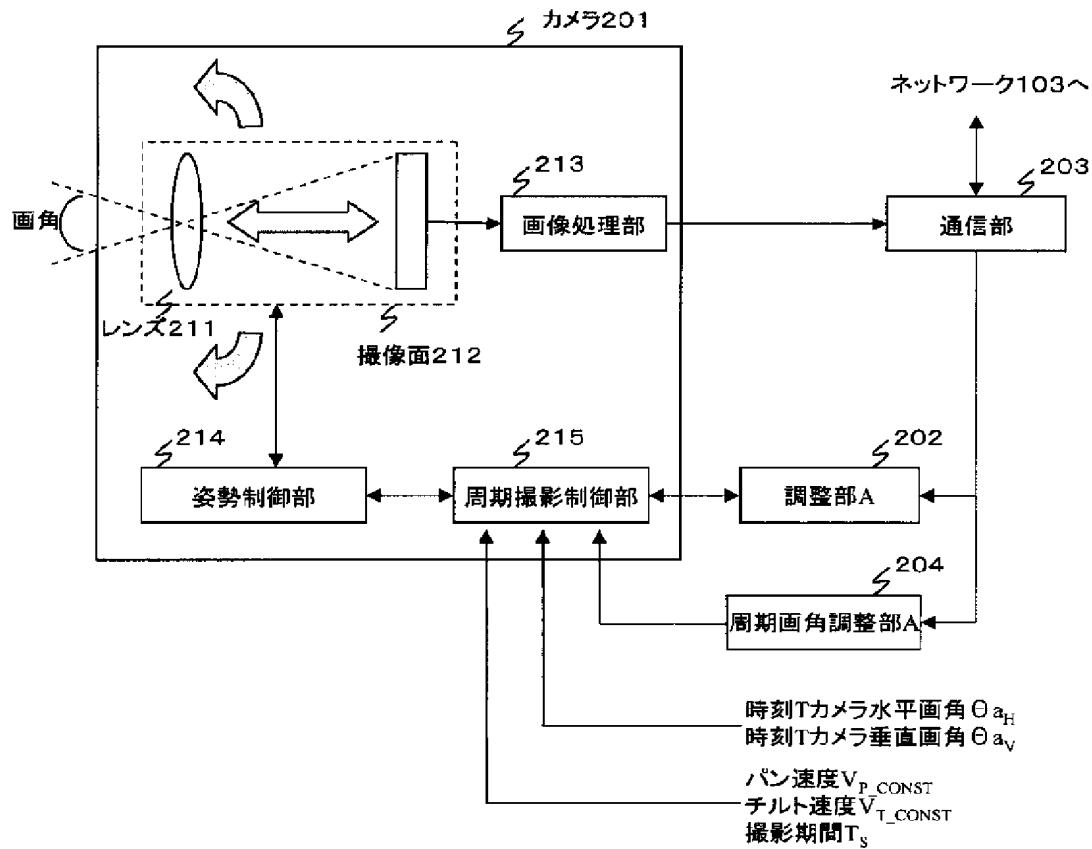
【図 2 1】



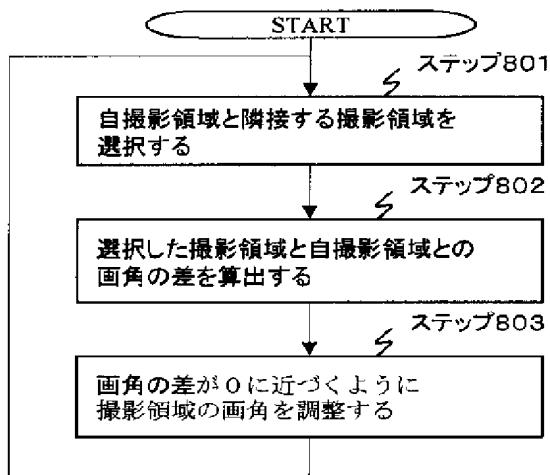
【図 2 2】



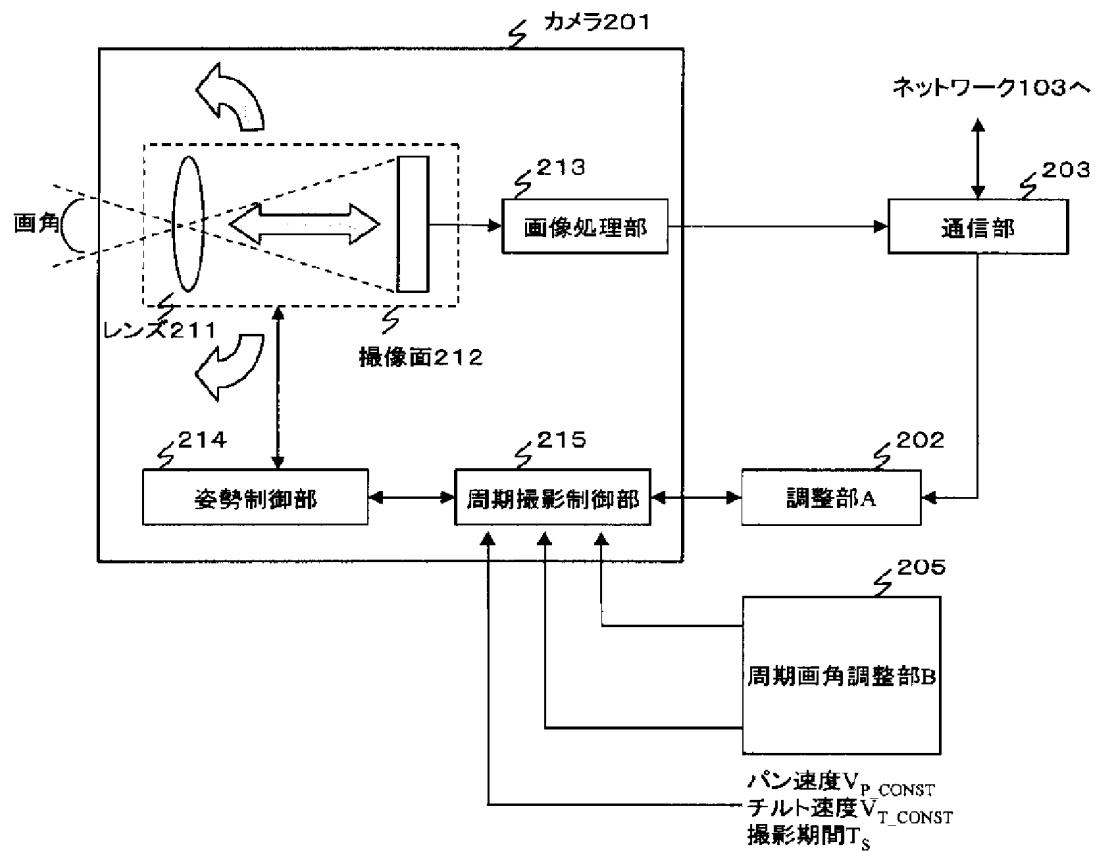
【図 23】



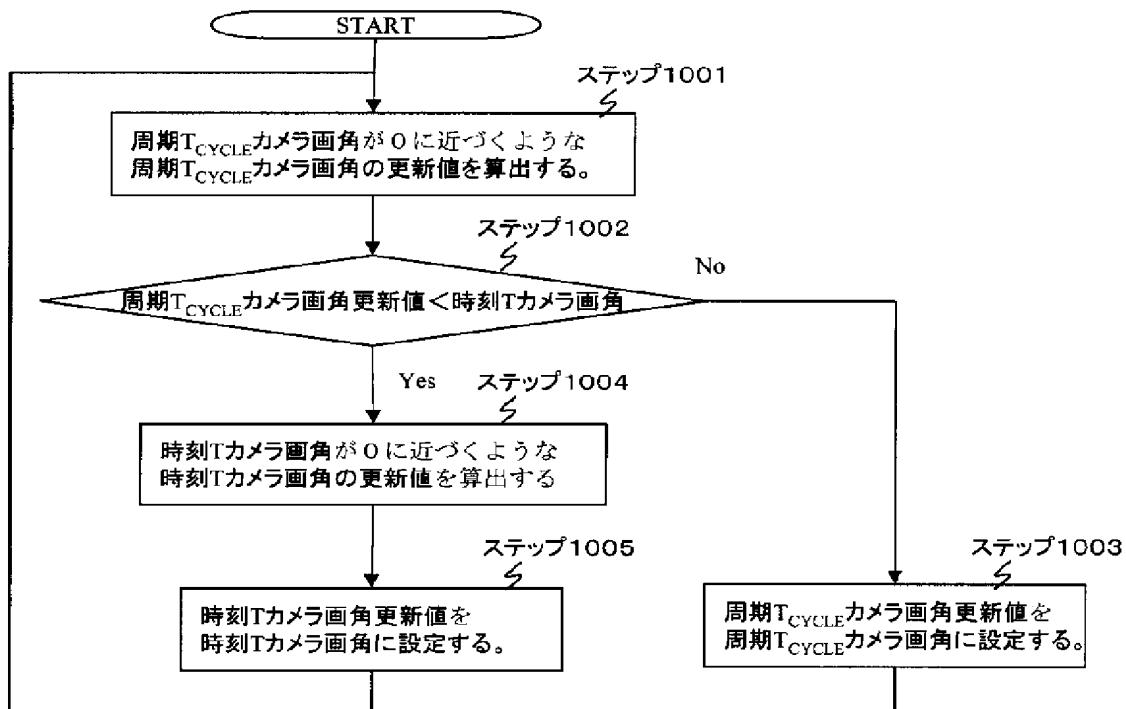
【図 24】



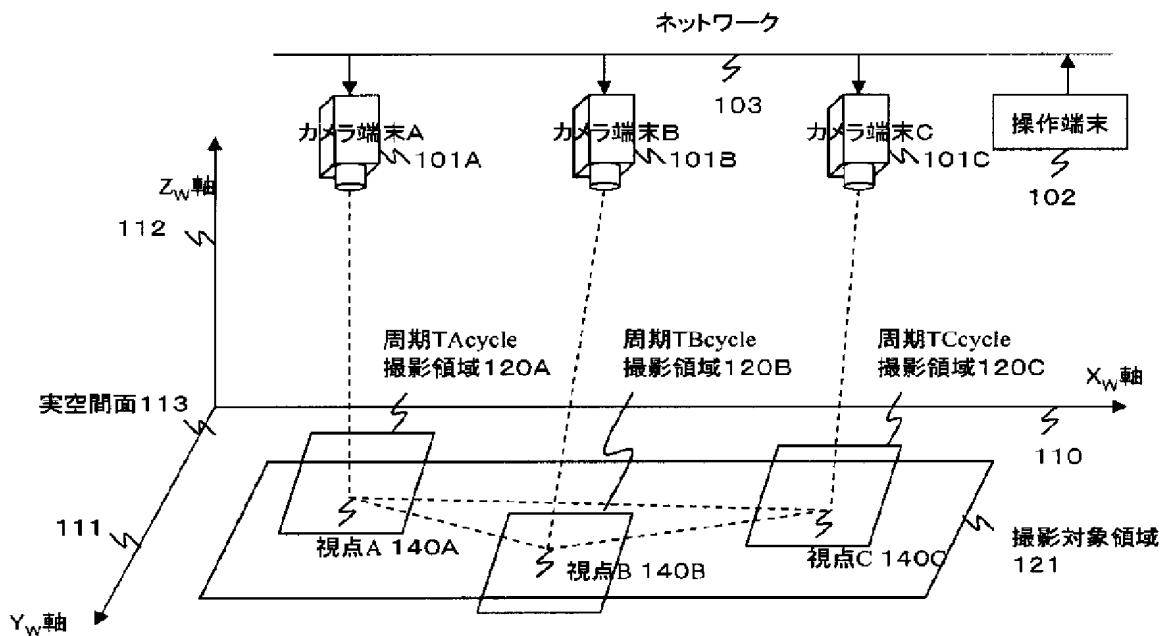
【図 25】



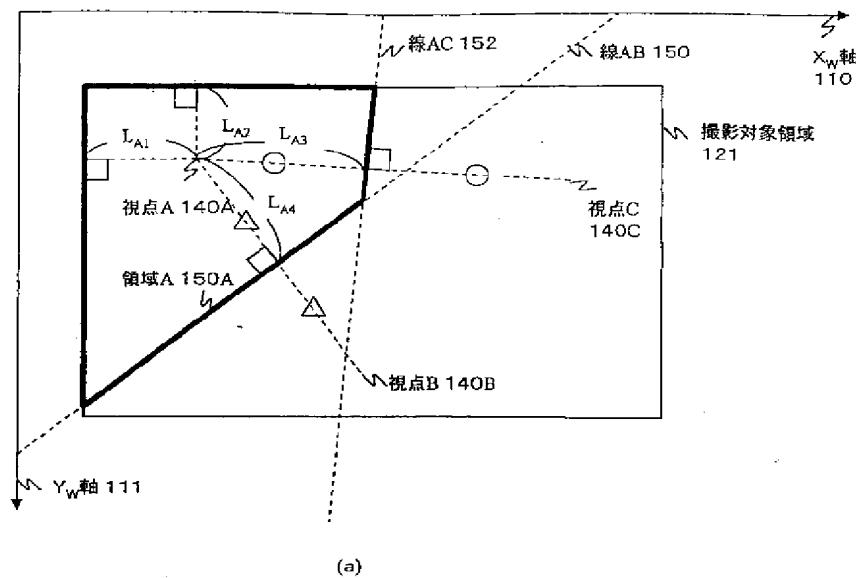
【図 2 6】



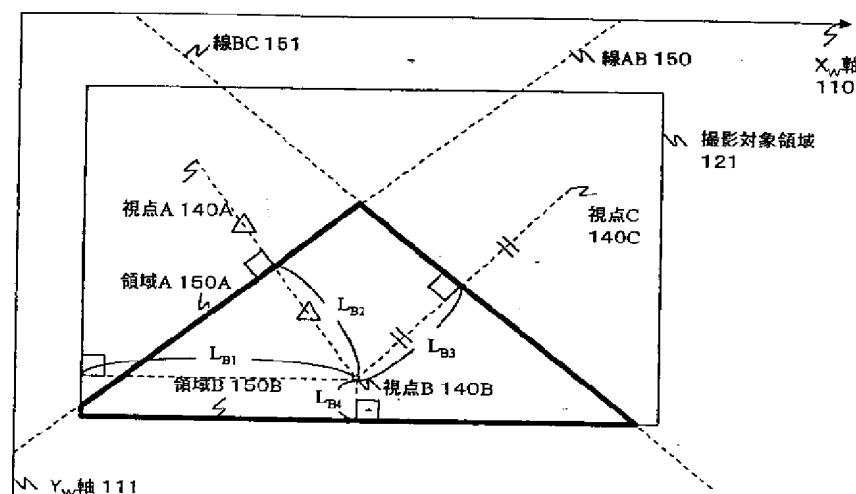
【図 2 7】



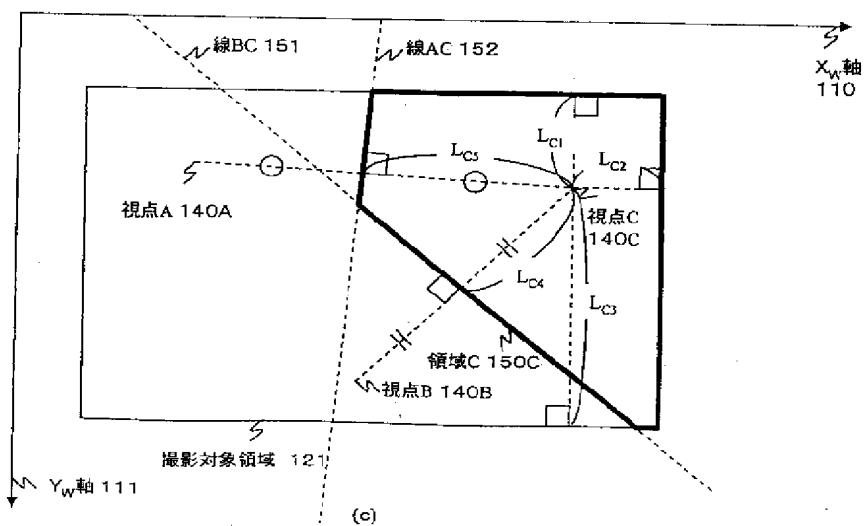
【図 28】



(a)

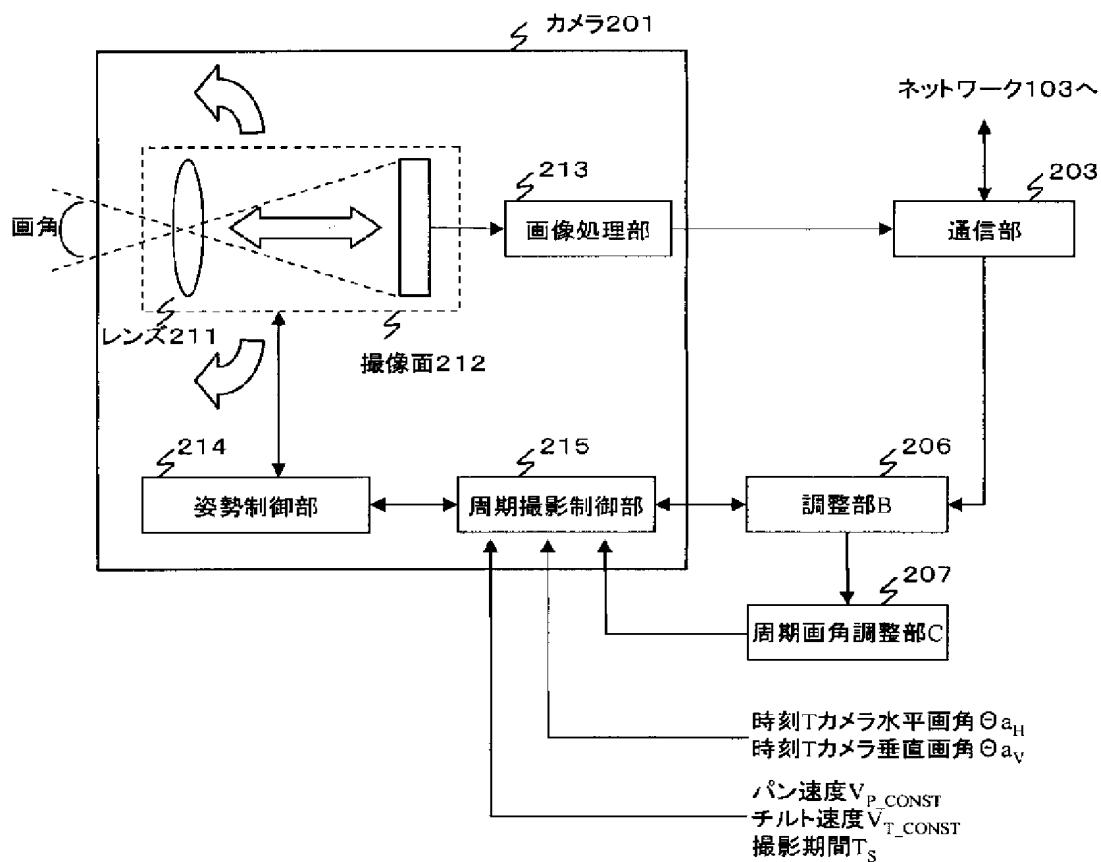


(b)

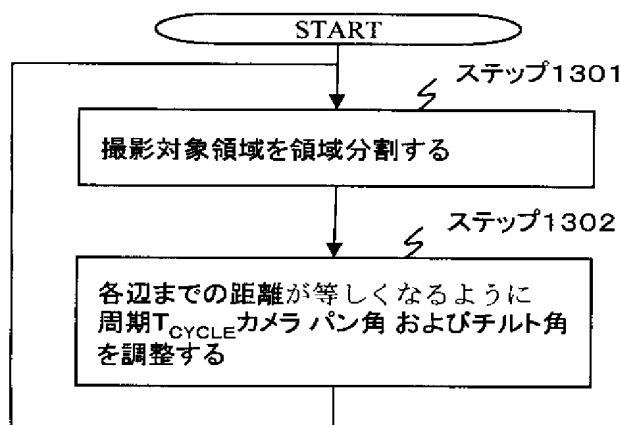


(c)

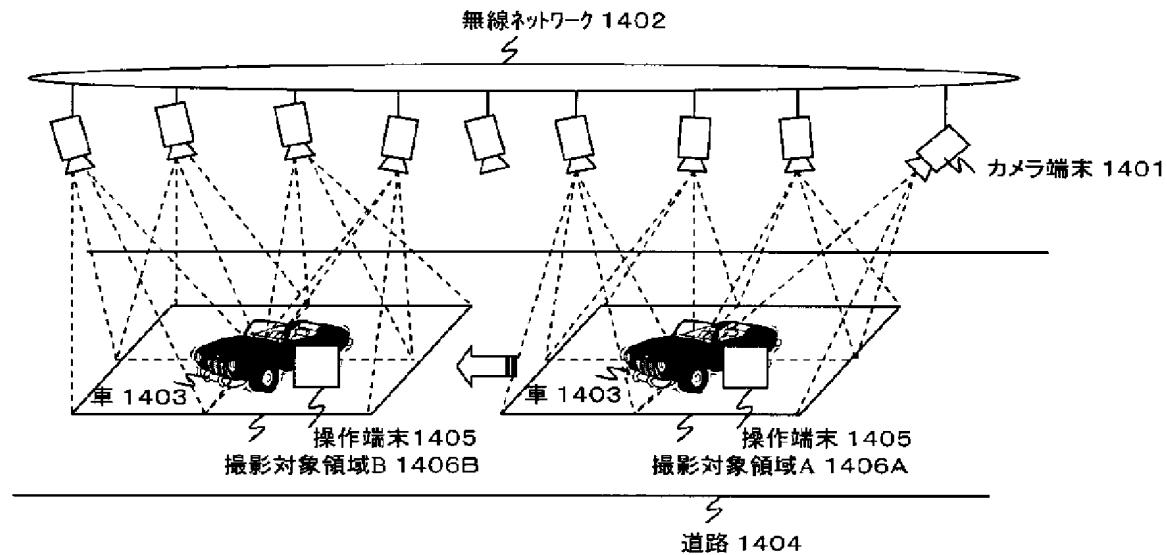
【図 29】



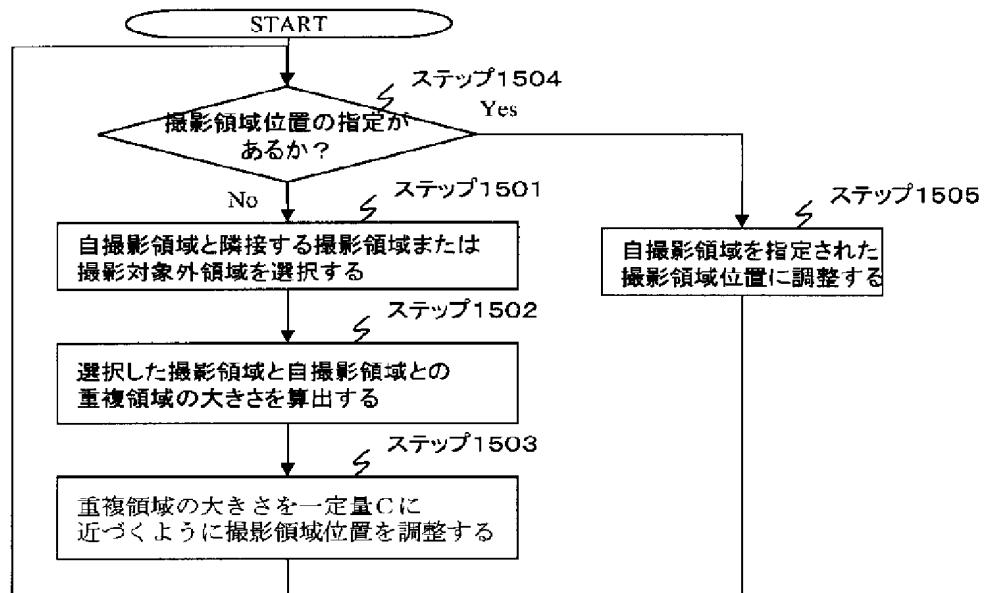
【図 30】



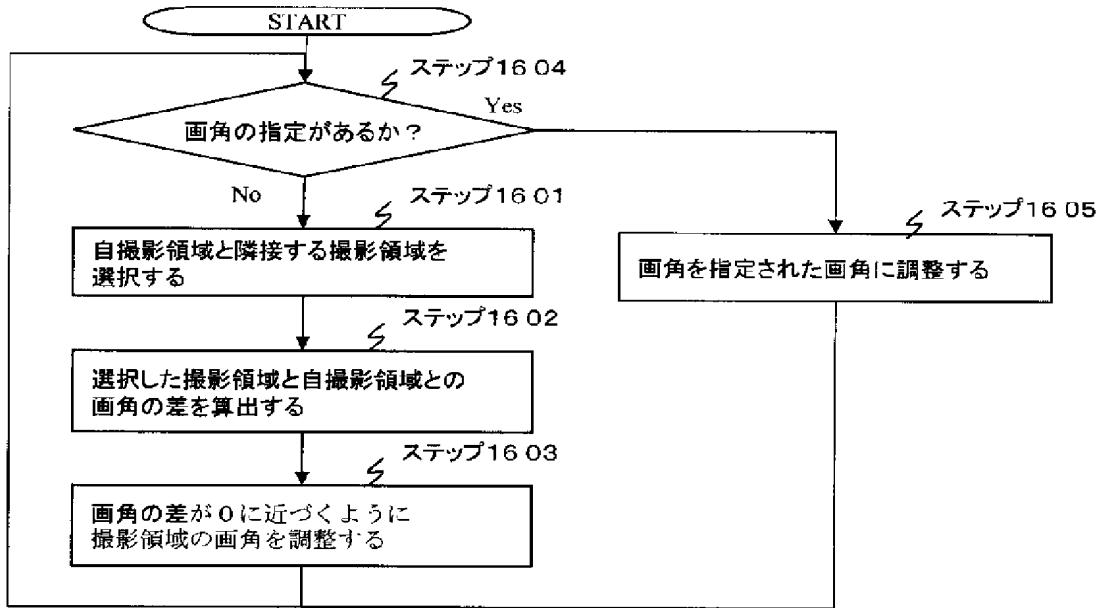
【図 3 1】



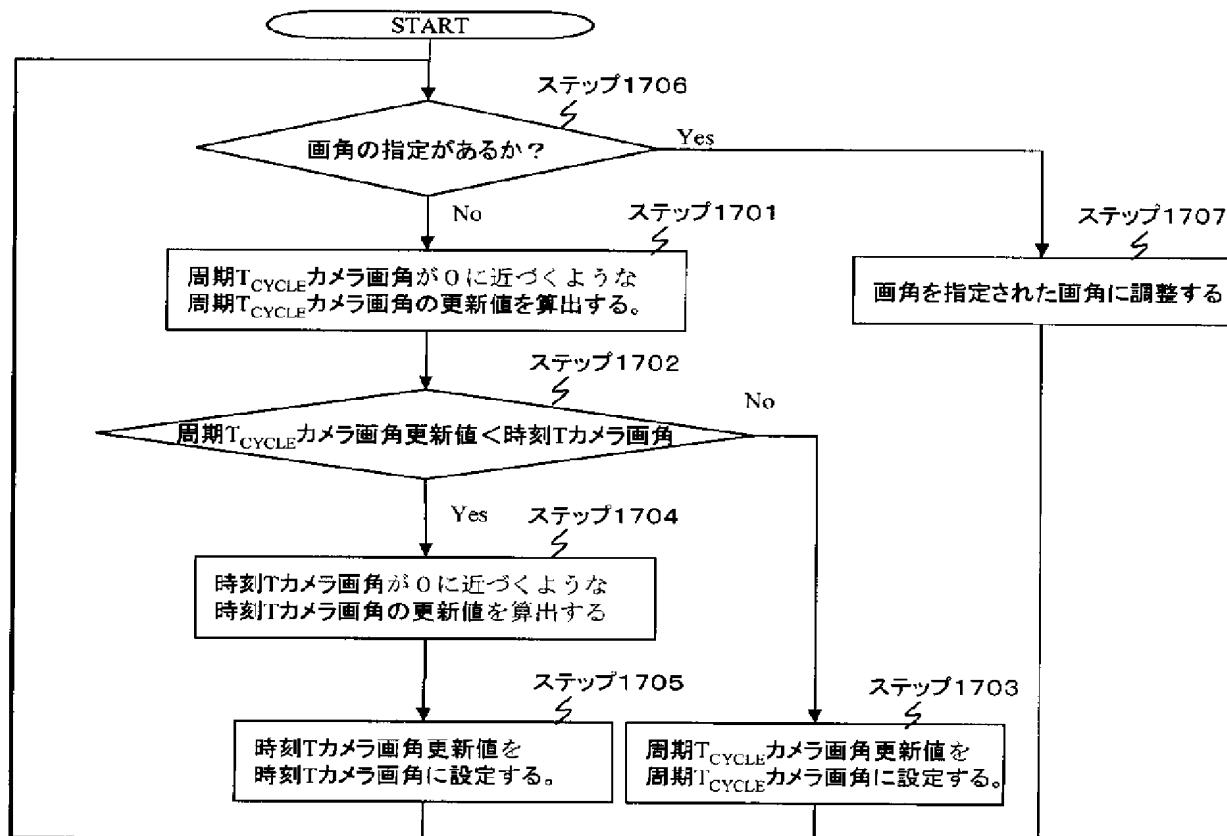
【図 3 2】



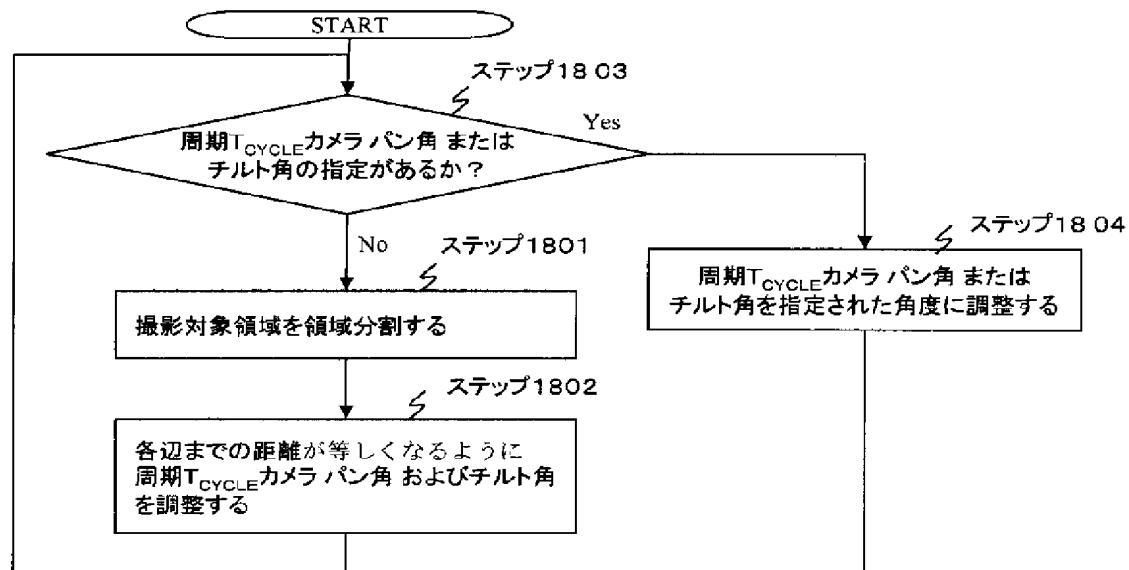
【図 3 3】



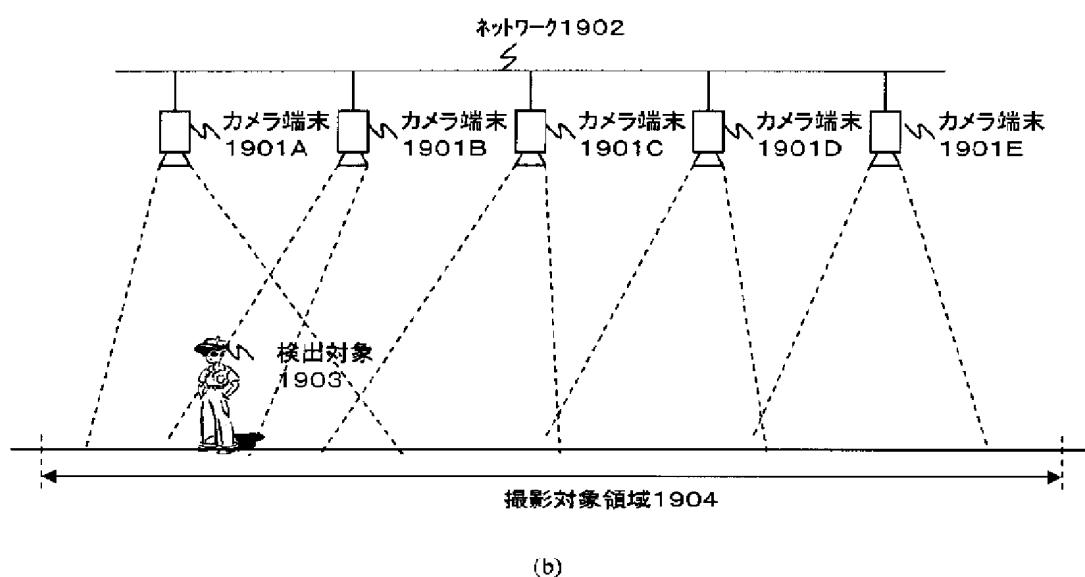
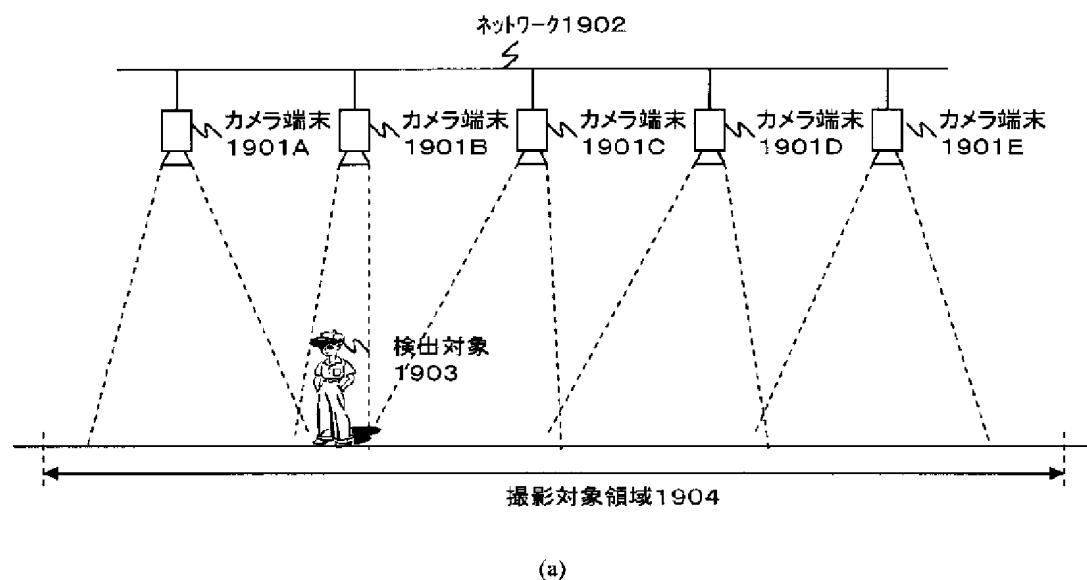
【図 3 4】



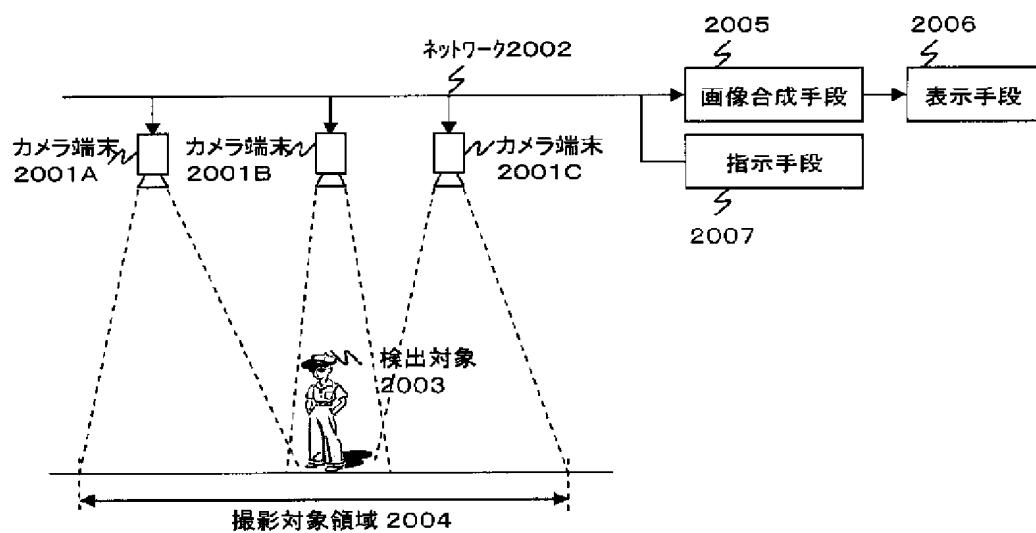
【図 3 5】



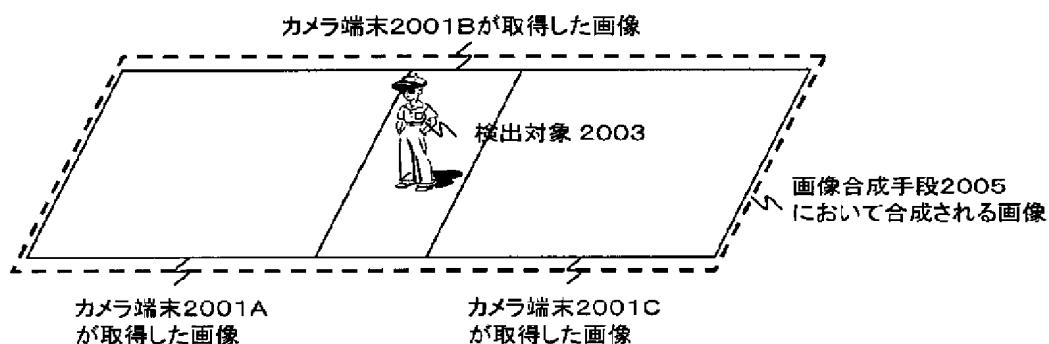
【図 3-6】



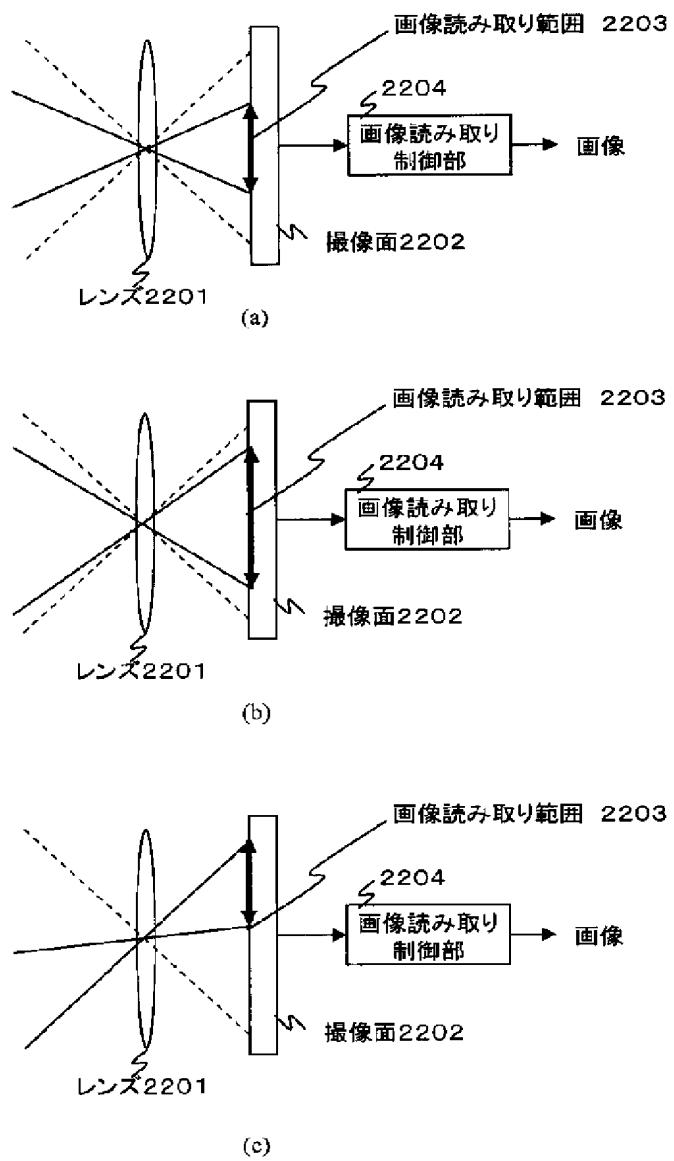
【図 3 7】



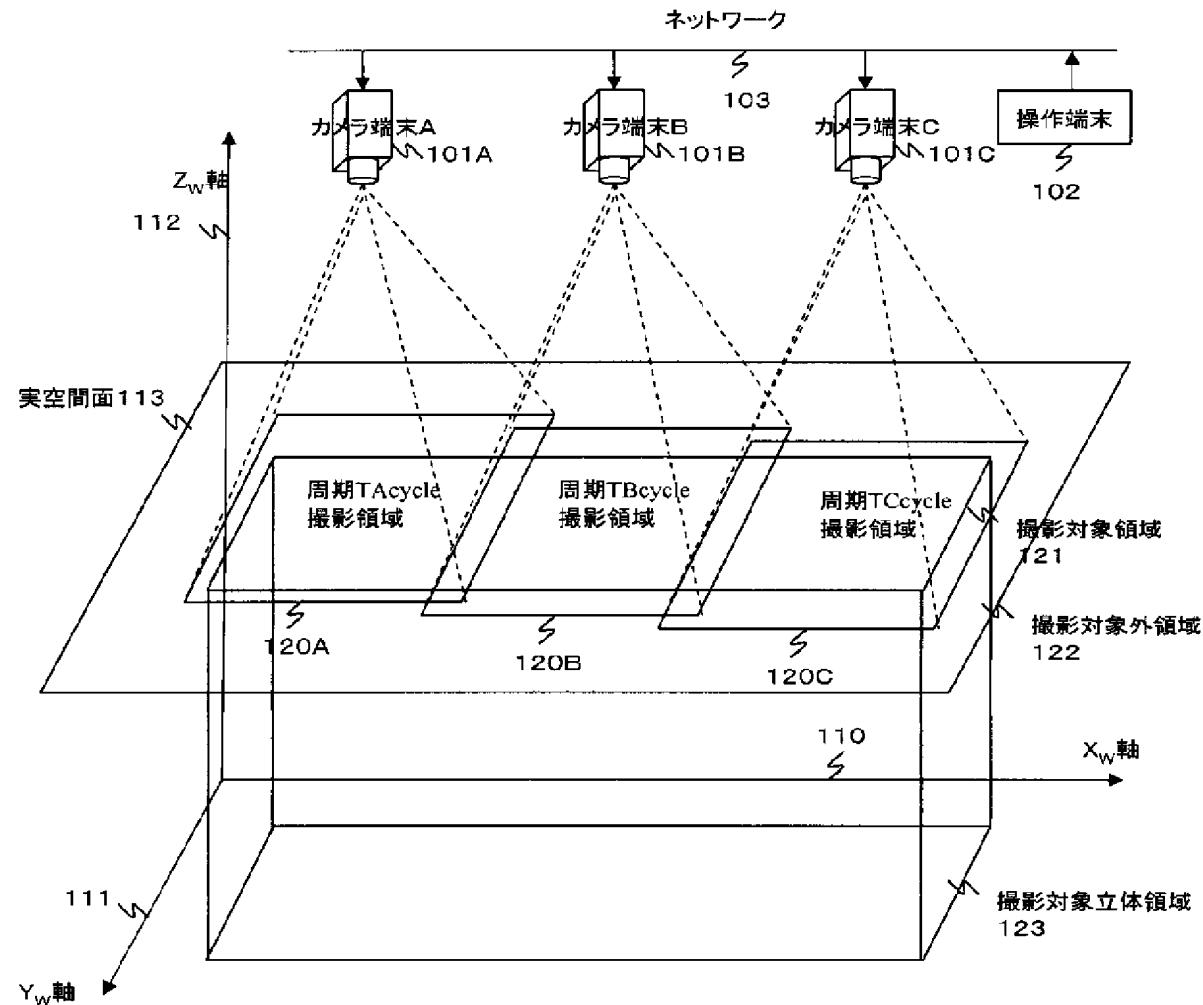
【図 3 8】



【図 3-9】

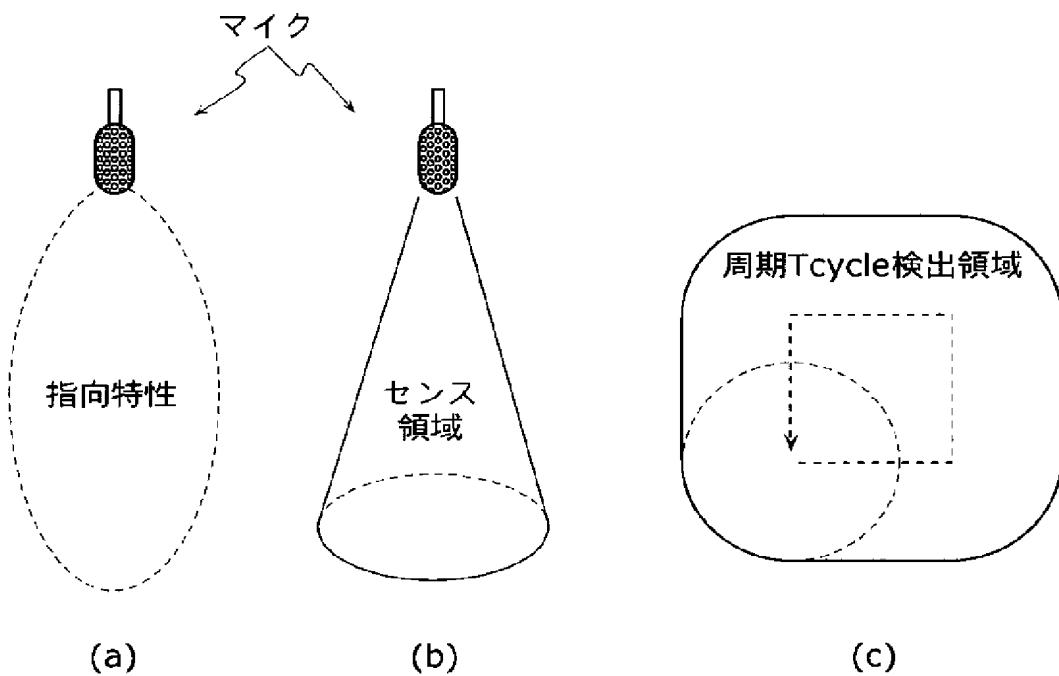


【図 4-0】

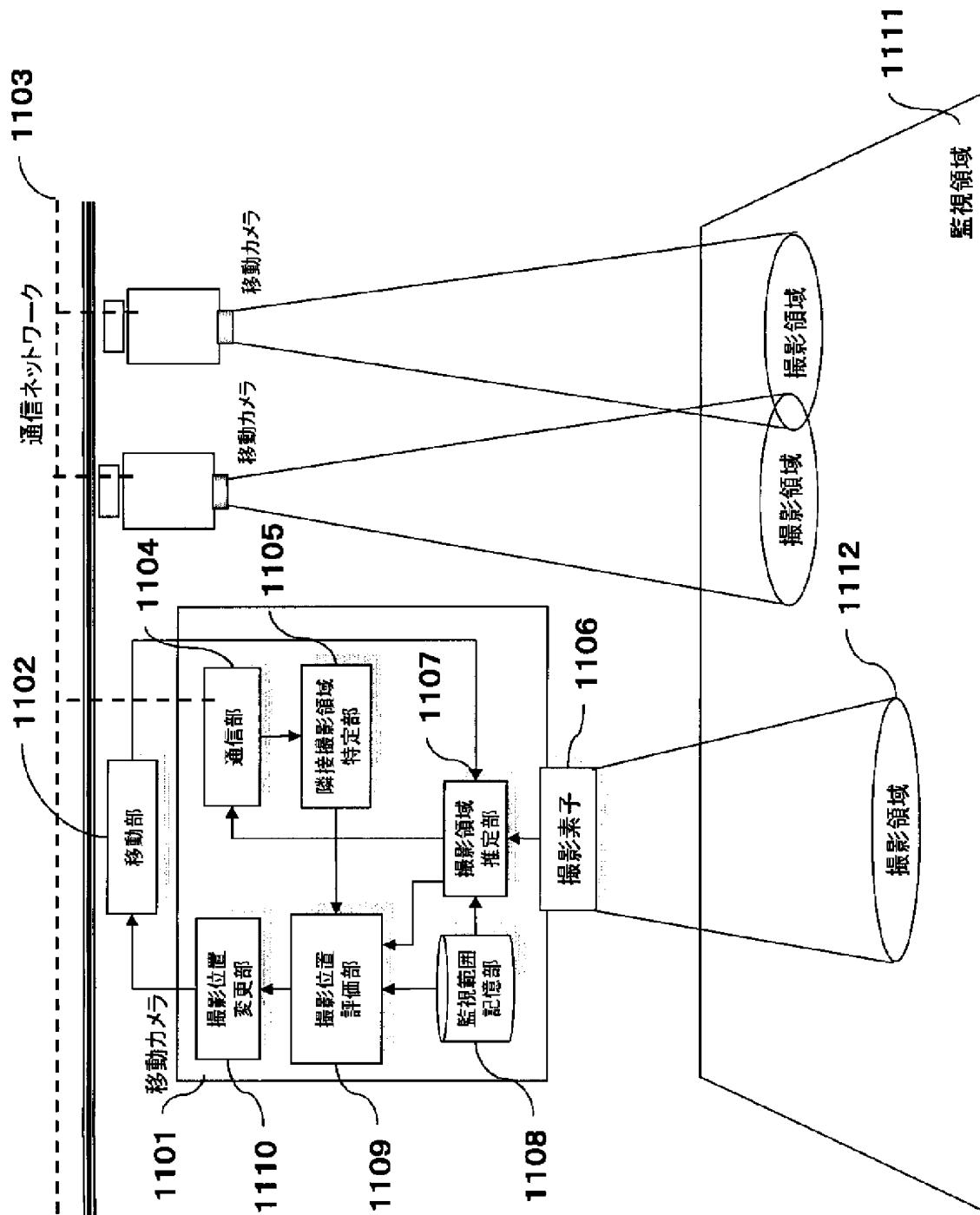


(a)

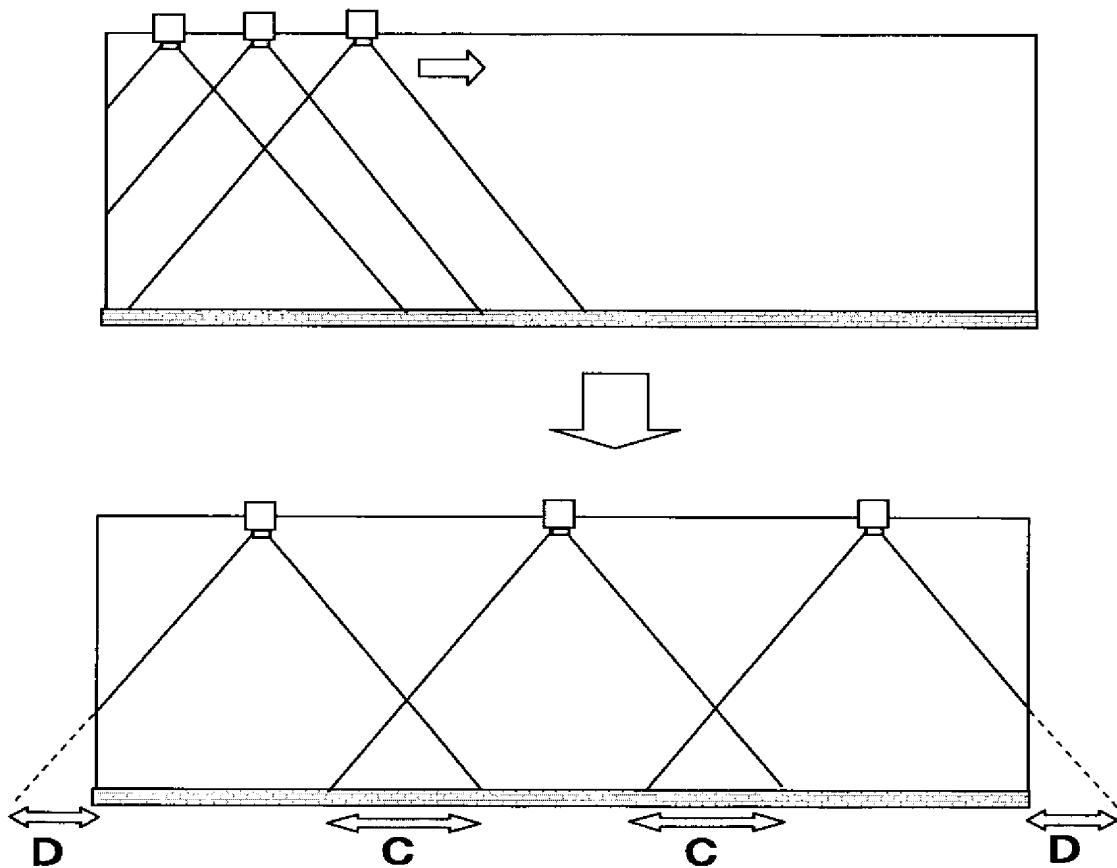
【図 4-1】



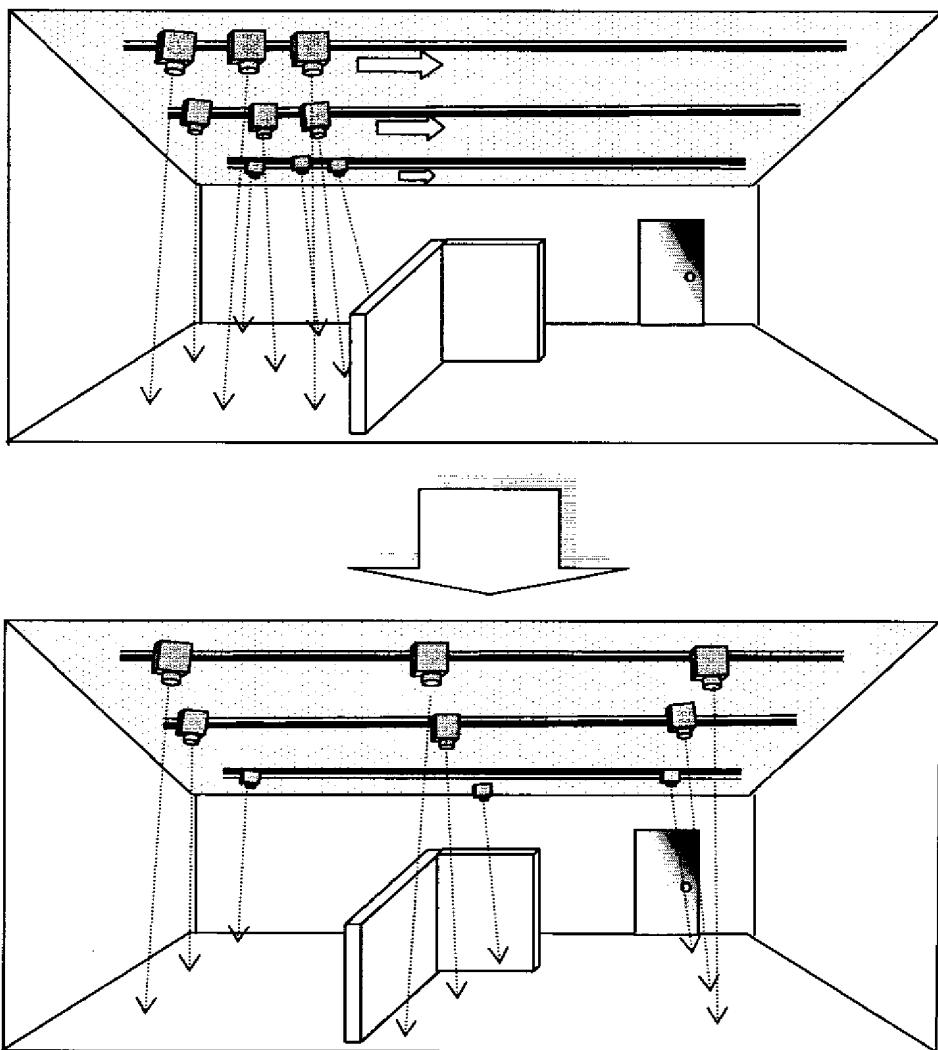
【図 4-2】



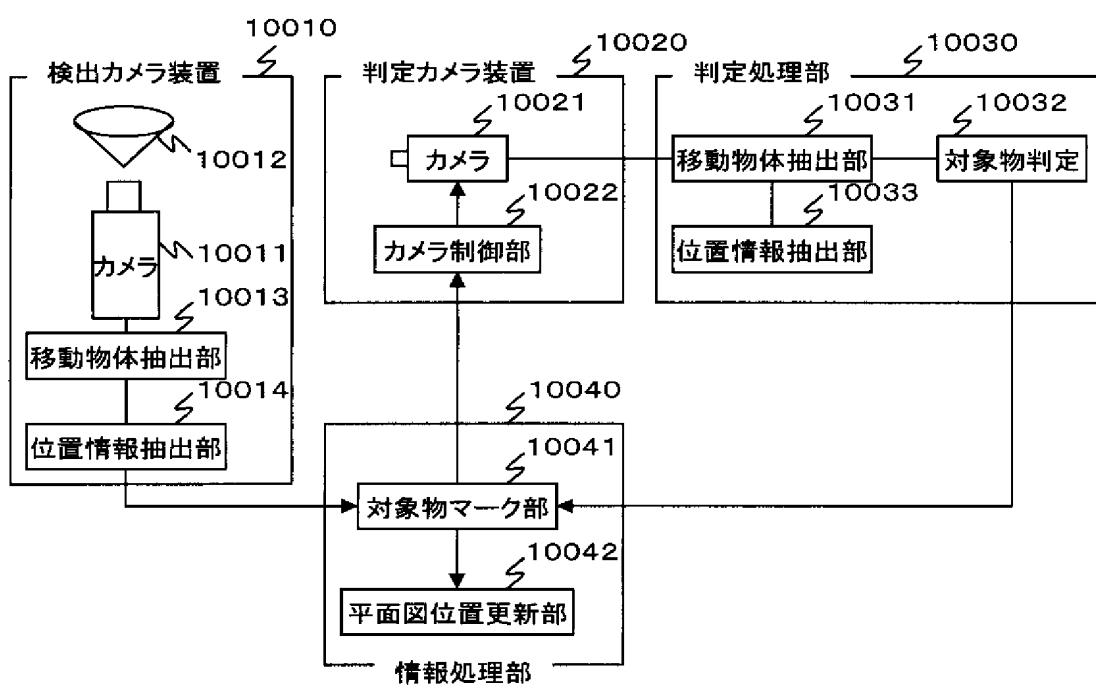
【図 4-3】



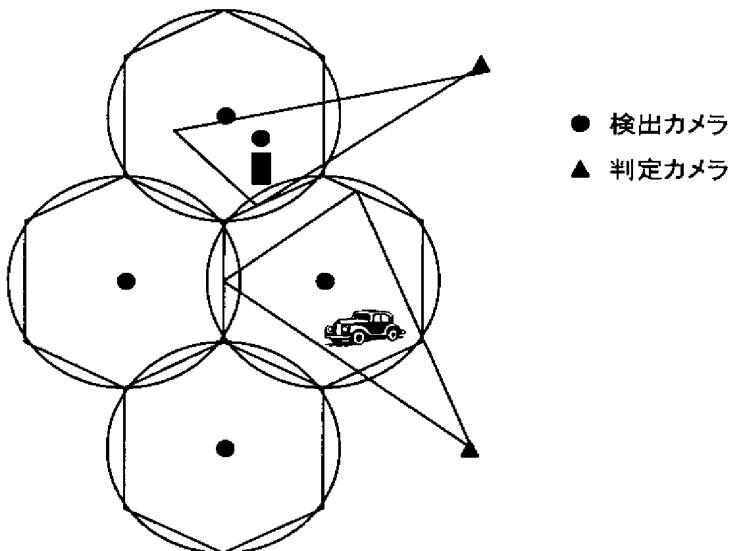
【図 4-4】



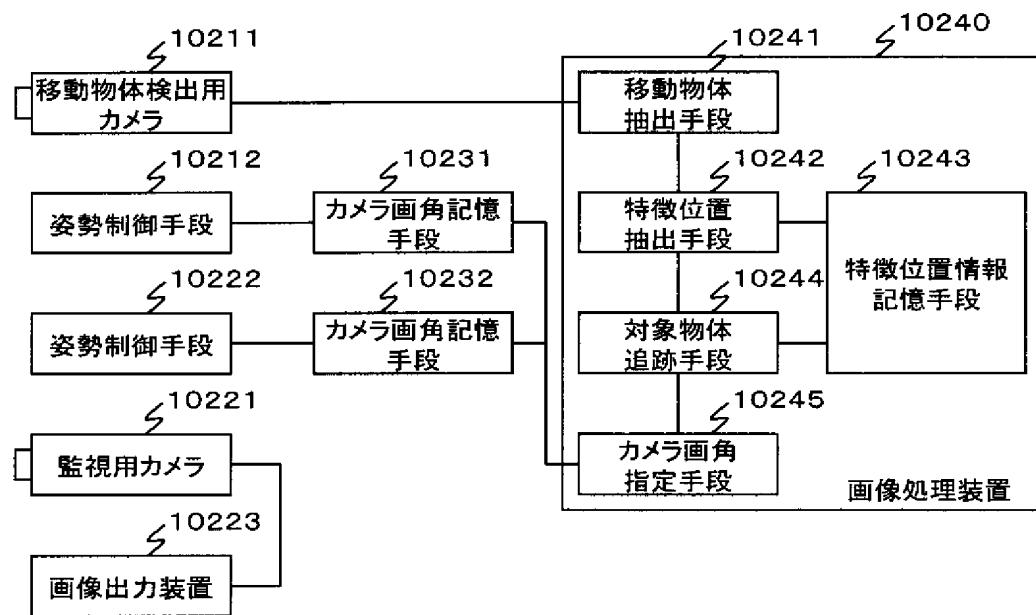
【図 4 5】



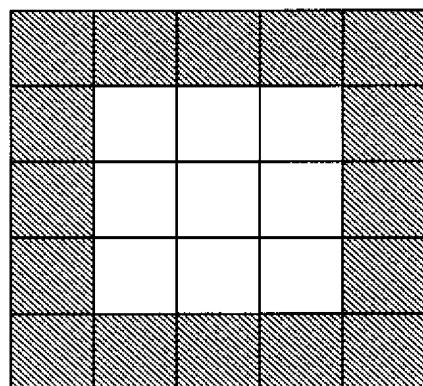
【図 4 6】



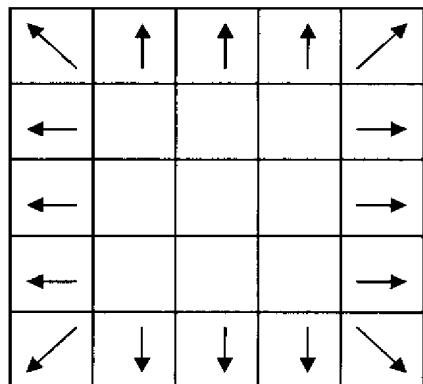
【図 4 7】



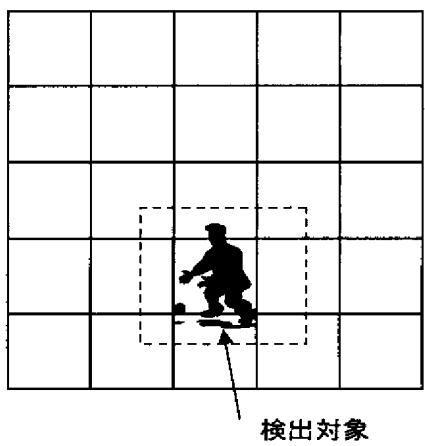
【図 4 8】



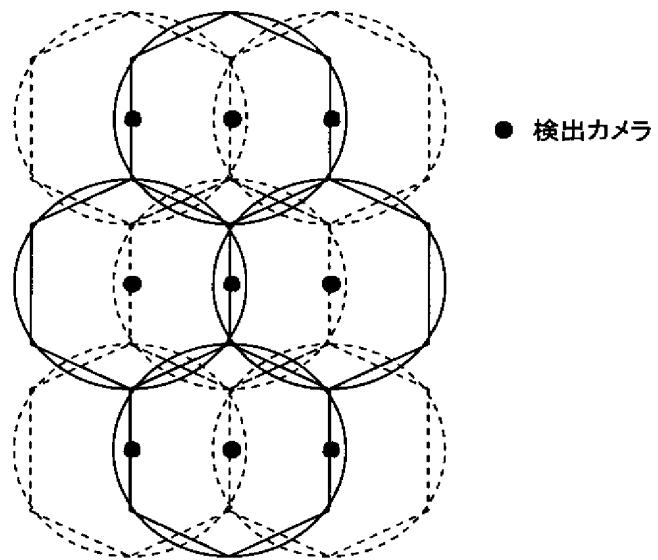
【図 4 9】



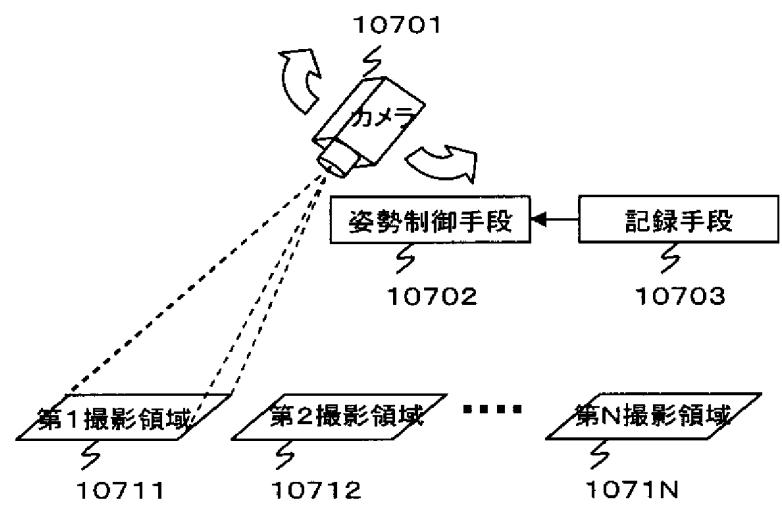
【図 5.0】



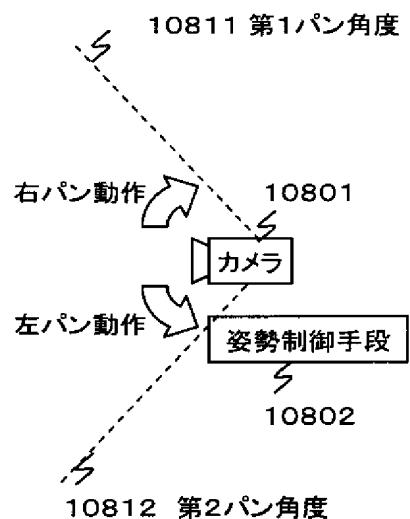
【図 5.1】



【図 5 2】



【図 5 3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 死角なく、撮影対象をくまなく撮影することが可能な撮影領域調整装置を提供する。

【解決手段】 複数のカメラ端末を備え、複数のカメラ端末は、それぞれ、一定時間内に一定領域内で撮影領域の位置を変化させることによって得られる仮想的な撮影領域である仮想撮影領域を撮影するカメラ201と、カメラ201を制御することにより、仮想撮影領域の位置を調整する調整部A202と、仮想撮影領域を示す仮想撮影領域情報を送受信する通信部203とを備え、調整部A202は、自カメラ端末の仮想撮影領域と通信部203によって受信される仮想撮影領域情報が示す他カメラ端末の仮想撮影領域とに基づき、複数のカメラ端末の仮想撮影領域を和した領域が所定の撮影対象領域をくまなく覆うように、自カメラ端末の仮想撮影領域の位置を調整する。

【選択図】 図18

出願人履歴

000005821

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真1006番地

松下電器産業株式会社